

## KENDALI SUHU PADA MESIN HOSTIA BAKING OVEN MENGUNAKAN SENSOR THERMOCOUPLE TIPE K

### TEMPERATURE CONTROL ON HOSTIA BAKING OVEN MACHINE USING TYPE K THERMOCOUPLE SENSOR

Adhika Pradipta<sup>1</sup>, Y.B. Adyapaka Apatya<sup>2</sup>, Harini Krismastuti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Politeknik Industri ATMI  
<sup>1</sup>[adhika@polinatmi.ac.id](mailto:adhika@polinatmi.ac.id), <sup>2</sup>[apatya@polinatmi.ac.id](mailto:apatya@polinatmi.ac.id), <sup>3</sup>[harini@polinatmi.ac.id](mailto:harini@polinatmi.ac.id)

#### Abstrak

Perkembangan dunia manufaktur khususnya bidang otomasi industri saat ini semakin pesat. Otomasi industri menjadi salah satu upaya pelaku industri baik industri skala besar, menengah maupun kecil untuk meningkatkan produktifitas produknya. Salah satu implementasi otomasi adalah pada pembuatan alat bantu pembuatan hosti. Pembuatan alat bantu untuk proses pembuatan hosti bertujuan untuk memudahkan pembuat roti hosti serta menjaga kualitas dari hasil roti. Parameter yang menentukan kualitas hosti yang dibuat adalah proses pemanggangannya. Proses pemangangan yang tepat akan menghasilkan hosti dengan kualitas tinggi sehingga dibutuhkan pengendalian suhu untuk dapat menjaga variable tersebut. Pada publikasi ini membahas mengenai implementasi penggunaan sensor suhu dan temperature control untuk mengendalikan suhu pada Mesin Hostia Oven Bakery. Sensor suhu Thermocouple Tipe K digunakan sebagai masukan ke pengendali. Adapun pengendali dalam sistem ini menggunakan Temperature Controller TK4S-14RN . Pengujian unjuk kerja sistem dilakukan dengan membandingkan suhu bacaan temperature controller dengan Thermogun. Waktu yang dibutuhkan mesin untuk menuju suhu kerja saat pertama kali dinyalakan adalah 27 menit. Nilai error pada pembacaan suhu di atas 120°C dengan nilai error rata-rata sebesar 1,6°C-2,8 °C Karakteristik penggunaan thermocouple khususnya pembacaan pada suhu tinggi mempengaruhi kinerja Kendali suhu pada mesin hostia bakery.

**Kata kunci :** *thermocouple, temperature, controller, on/off, hostia*

#### Abstract

The development of the manufacturing world, especially in the field of industrial automation, is currently growing rapidly. Industrial automation is one of the efforts of industrial players, both large, medium and small scale industries to increase product productivity. One of the implementations of automation is in the manufacture of tools for making hosts. Making tools for the process of making hosts aims to facilitate the bread maker and maintain the quality of the bread. The parameter that determines the quality of the host created is the roasting process. The proper roasting process will produce a high quality host that requires the temperature to maintain this variable. This publication discusses the application of temperature sensors and temperature control to control the temperature on the Hostia Oven Bakery Machine. A Type K Thermocouple temperature sensor is used as input to the controller. The controller in this system uses the Temperature Controller TK4S-14RN . Testing the working system is done by comparing the temperature reading of the temperature controller with the ThermoGun. The time it takes the engine to reach working temperature when it is first turned on is 27 minutes. Error values at temperature readings above 120°C with an average error value of 1.6°C-2.8 °C characteristics of the use of thermocouples such as reading at high temperatures affect the performance of temperature control on the hostia bakery machine.

**Keywords:** *thermocouple, temperature, controller, on/off, hostia*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia manufaktur khususnya bidang otomasi industri saat ini semakin pesat. Otomasi industri menjadi salah satu upaya pelaku industri baik industri skala besar, menengah maupun kecil untuk meningkatkan produktifitas produknya. Otomasi meliputi hampir di setiap proses manufaktur, seperti proses *handling material*, pemrosesan produk, *quality control*, dan masih banyak proses lain lagi yang dapat menerapkan otomasi. Salah satu proses di industri yang dapat menerapkan proses otomasi adalah proses pembuatan roti hosti.

Roti Hosti adalah roti tanpa ragi atau dalam Bahasa Latin disebut *Hostia* dibuat dari campuran tepung gandum dan air. Bentuk hosti pada umumnya seperti pada Gambar 1. Pada perayaan Ekatisti, Tradisi Katolik biasa menggunakan Hosti sebagai bagian dalam perayaan tersebut[6]. Proses pembuatannya sendiri adonan tepung gandum dan air yang telah dicampur dipipihkan dan dipanggang pada suhu tertentu.



Gambar 1. Roti Hosti

Pembuatan alat bantu untuk proses pembuatan hosti bertujuan untuk memudahkan pembuatan roti hosti serta menjaga kualitas dari hasil roti. Parameter yang menentukan kualitas hosti yang dibuat adalah proses pemanggangannya. Proses pemangangan yang tepat akan menghasilkan hosti dengan kualitas tinggi sehingga dibutuhkan pengendalian suhu untuk dapat menjaga variable tersebut.

Sistem kendali atau *control system* merupakan salah satu kajian dalam sistem otomasi. Konsep dasar sistem kendali terdiri dari tiga hal mendasar, meliputi masukan, proses, dan keluaran. Dalam sistem kendali, salah satu metode yang sering digunakan adalah kendali *on/off* [8]. Pengendalian *on/off* merupakan sistem kendali dua posisi yang banyak dipakai dalam pengendalian suhu [1]. Pengendali *on/off* menjadi pilihan dikarenakan sistem yang sederhana dan cocok diterapkan untuk aplikasi yang tidak membutuhkan pengaturan suhu yang kompleks serta membutuhkan keunggulan waktu naik yang cepat [2].

Beberapa penelitian berkaitan dengan pengendalian suhu [1,3] telah dilakukan. Penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan sensor Termokopel sebagai sensornya, kemudian masukan analog dari sensor tersebut menggunakan Board ATMEGA 16 [2] serta menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) [1]. Pada penelitian ini, sensor Thermocouple Type K digunakan sebagai sensor suhu. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan Temperature Control sebagai pengendali suhu untuk mengendalikan *heater*.

## 2. DASAR TEORI /MATERIAL DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

### 2.1 Termokopel

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang aplikasinya sangat sering ditemui di industri. Prinsip kerja dari sensor jenis thermocouple adalah mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan oleh karena adanya perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis logam [7]. Terdapat beberapa tipe Termokopel seperti Tipe J, Tipe K, dan lain-lainnya. Perbedaan mendasar dari perbedaan tipe tersebut adalah perbedaan material logam penyusunnya, sehingga menyebabkan setiap tipe memiliki *range* suhu berbeda-beda.

## 2.2 Temperature Controller

Temperature controller yang sering digunakan dalam aplikasi pengendalian suhu ada beberapa macam. Selain mikrokontroler dan PLC, terdapat jenis kontroler lain yang didesain khusus untuk mengontrol suatu proses tertentu. Salah satunya adalah Autonics TK4S-14RN yang merupakan temperature controller. Autonics TK4S-14RN didesain memiliki sistem pengukur temperatur menggunakan sensor, sistem pemanas, sistem pendingin, power supply, multi SV setting, dan sistem penampil digital yang terintegrasi menjadi satu unit yang kompak. Masukan dari *temperature controller* dapat menggunakan sensor suhu jenis Termokopel atau jenis Resistive Temperature Detector (RTD).

## 2.3 Heater

*Electrical Heating Element* atau elemen pemanas listrik sering ditemui baik untuk pemakain di rumah tinggal maupun di industri. Prinsip kerja dari elemen pemanas listrik yaitu Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas berasal dari arus listrik yang dialirkan pada kawat atau pita bertahanan listrik tinggi. Panas tersebut diteruskan melalui lapisan isolator listrik[10].

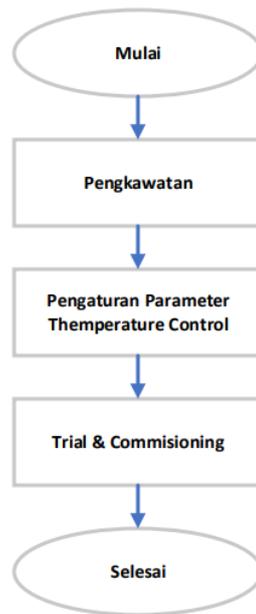
## 2.4 Metodologi Penelitian

Penelitian ini membahas mengenai kendali suhu pemanggang pada mesin hostia oven baking menggunakan sensor termokopel sebagai masukan dan temperature control sebagai pengendali sistem. Masukan dari termokopel akan memberikan informasi bagi temperature control untuk mengendalikan heater agar suhu pada mesin hostia oven baking terjaga. *Block diagram* sistem seperti terlihat pada Gambar 2. Suhu akan dijaga pada set point  $150^{\circ}\text{C}$ . Saat mencapai set point, maka temperatur control akan mematikan heater. Saat suhu berada dibawah setpoint, maka heater akan kembali menyala.



Gambar 2. Blok Diagram Kendali Suhu Oleh Sensor Termokopel

Pada Gambar 3, menjelaskan mengenai diagram alir metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahapan awal diawali dengan pengkawatan sistem meliputi, penyambungan termokopel ke temperature controller serta menghubungkan heater ke bagian luaran temperature controller. Proses selanjutnya adalah memasukkan pengaturan parameter temperature controller. Setelah pengkawatan dan pengaturan parameter dilakukan, tahap selanjutnya adalah proses *trial & commissioning* serta pengujian dari sistem yang telah dibangun.



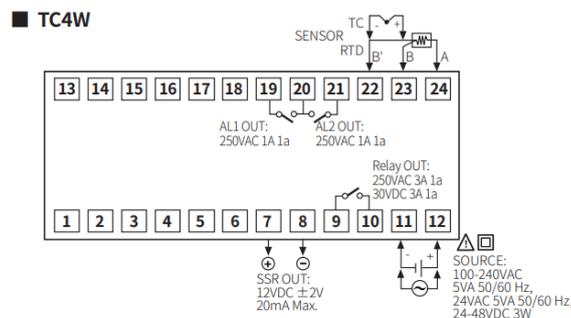
Gambar 3. Diagram Alir Sistem

### 3. PEMBAHASAN

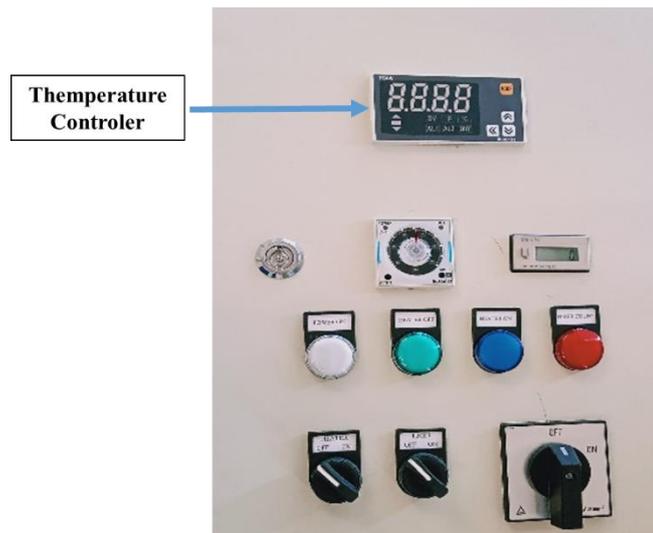
Dalam penelitian pengendalian suhu pemanas ini, sistem yang dibangun tidak hanya pengendalian suhu saja. Akan tetapi sistem dilengkapi dengan beberapa fungsi kendali yang ditambahkan dalam sistem ini seperti tombol fungsi sistem, indikator kerja sistem dan fungsi-fungsi lainnya yang mendukung operasi kerja dari mesin Hostia Baking Oven ini. Keseluruhan sistem tersebut dibangun untuk mendukung fungsi utama pengendalian suhu pemanas.

#### 3.1. Pengkawatan

Termokopel Tipe K yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai dua kabel yang perlu diperhatikan polaritasnya saat dihubungkan ke temperature controller. Temperature controller yang digunakan tipenya adalah AUTONICS TK4S-14RN . Dua kaki termokopel dihubungkan ke pin input sesuai dengan *datasheet* dari temperature controller. Pemasangan kaki termokopel pada pin masukan temperature controller tidak boleh terbalik, mengingat prinsip kerja dari termokopel. Agar tidak terbalik, umumnya terdapat standar perbedaan warna pada kaki termokopel. Pada bagian luaran temperature controller dihubungkan ke heater. Heater yang digunakan dalam penelitian ini yakni heater tipe xxxx. Diagram pengkawatan sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Wiring Diagram Temperature Control TC4W [7]



Gambar 6. Pemasangan Temperature Controller pada Panel Control di Mesin Hostia Baking Oven



Gambar 7. Penempatan Sensor Termokopel.

### 3.2. Pengaturan parameter Temperature Controller

Salah satu langkah penting dalam penggunaan temperature controller adalah pengaturan parameter. Parameter yang dimasukkan seperti pada Tabel 1. Pada Tabel 1 tersebut, pembacaan temperature control menggunakan satuan °Celcius. Pengaturan setpoint suhu kerja yang diharapkan yakni pada parameter SV High Limit. Mode keluaran diatur pada Heat dikarenakan kebutuhan kerja pemanas adalah pada saat suhu belum mencapai setpoint, maka pemanas tetap menyala. Pada implementasi kendali Mesin Hostia Bakery Oven digunakan sistem pengendalian On/Off dan hysteresis atau batas toleransi bawah diatur sebesar 1 sehingga pada saat suhu mencapai setpoint maka pemanas akan mata dan baru akan menyala lagi saat suhu terbaca kurang dari 1°C di bawah suhu setpoint.

Tabel 1. Pengaturan Parameter Temperature Control TC4W-24R

No	Parameter	Kode	Setting
1	Temperature Unit	Unit t	°C
2	SV low Limit	L-Du	0
3	SV high limit	H-Su	150
4	Control output mode	O-Ft	Heat
5	Control type	C-nd	ON/OFF
6	Control output	oUt	rLy
7	Hysterisis	Hys	1

### 3.3. Trial dan Commissioning

Proses *trial and commissioning* adalah proses uji coba awal mesin hostia oven bakery diujicoba untuk dihidupkan dan memenuhi kriteria kerja yang diminta. Pada tahapan ini, kriteria kerja yang diharapkan adalah suhu kerja proses pemanggangan tercapai yakni sebesar 150°C. Dari Tabel 2, didapatkan bahwa waktu untuk proses warming up membutuhkan waktu selama 27 menit dari saat kondisi awal mesin belum dihidupkan. Lama waktu proses warming up dikarenakan dimensi dari oven yang besar, material oven, serta kemampuan teknis dari heater.

Tabel 2. Proses warming-up mesin saat pertama kali dinyalakan sampai Setpoint yang diharapkan

Menit	Suhu Temperature Control	Kondisi Heater
1 menit	32,6	Nyala
2 menit	43,8	Nyala
3 menit	50,6	Nyala
4 menit	62,1	Nyala
5 menit	68,1	Nyala
10 menit	68,1	Nyala
15 menit	117,4	Nyala
20 menit	137,1	Nyala
25 menit	141,8	Nyala
27 menit	150,2	Mati

### 3.4. Analisa Data Pengujian

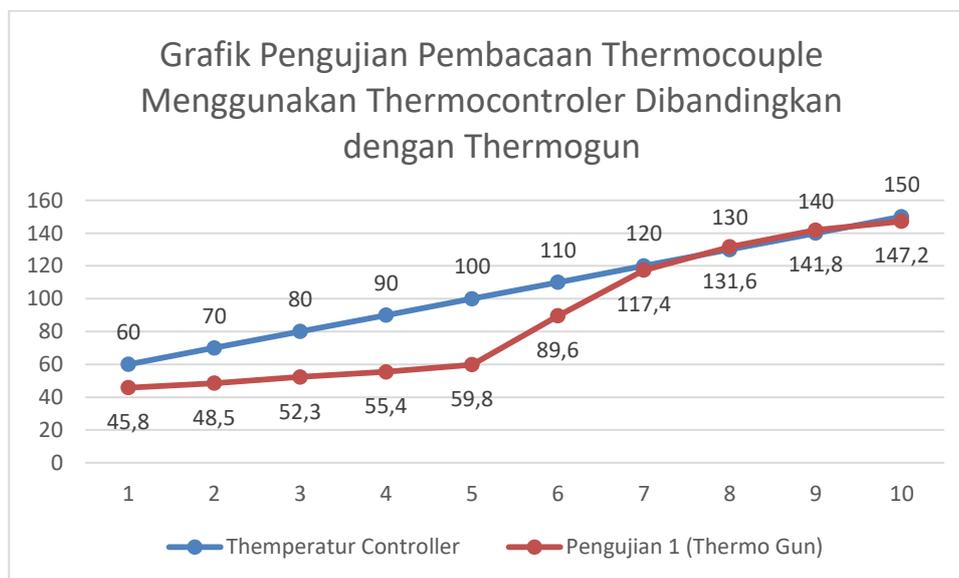
Pengendalian suhu pada mesin pencetak hosti bertujuan untuk menjaga agar panas saat memanggang adonan hosti selalu terjaga sesuai dengan set point yang ditetapkan sehingga adonan hosti dapat tercetak dan memiliki kematangan yang baik. Mesin Hostia Bakery Oven terdiri dari dua bagian utama, yakni bagian based dan bagian Upper seperti terlihat pada Gambar 7. Alat pemanas (*heater*) dipasang pada bagian Based, sedangkan sensor suhu diletakkan pada bagian Upper.

Salah satu hal yang mempengaruhi tingkat kematangan hostia sehingga roti hostia tidak gosong adalah pengaruh dari suhu pemanas. Pada penelitian ini, untuk menguji hasil pembacaan suhu dari Thermocouple adalah dengan membandingkan pembacaan Thermocouple dengan Thermogun. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil seperti pada Gambar 8. Grafik pada Gambar 8 menunjukkan bahwa pada suhu rendah dibawah 150°C, pembacaan antara Temperature Control memiliki ketidaksesuaian dengan pembacaan thermogun yang besar, yakni antara 20 °C – 40 °C.. Sedangkan pada suhu 120°C ke atas, besarnya ketidaksesuaian semakin kecil yakni antara

1,6°C - 2,8°C. Besarnya error pembacaan antara pembacaan Temperature Control dan Thermogun seperti pada Tabel 3. Fenomena ini dimungkinkan terjadi karena perbedaan respon pembacaan suhu antara thermocouple dan thermogun serta titik pengujian tidak sama persis dengan titik penempatan sensor Thermocouple.

Tabel 3. Pengujian Pembacaan Temperature Control dibandingkan dengan Thermogun

Temperature Controller	Pengujian 1 (Thermo Gun)	Error	Prosentase Error
60	45,8	14,2	23,67%
70	48,5	21,5	30,71%
80	52,3	27,7	34,63%
90	55,4	34,6	38,44%
100	59,8	40,2	40,20%
110	89,6	20,4	18,55%
120	117,4	2,6	2,17%
130	131,6	1,6	1,23%
140	141,8	1,8	1,29%
150	147,2	2,8	1,87%



Gambar 8. Grafi Pengujian Pembacaan Thermocouple dan Thermogun

#### 4. KESIMPULAN

Jurnal ini memberikan gambaran implementasi penggunaan sensor Thermocouple Type K sebagai masukan kendali suhu dan temperature controller TZ04 sebagai pengendali suhu heater. Dalam pengimplementasian penggunaan Temperature Controller perlu memperhatikan baik dari sisi penyambungan (hardwire) maupun memasukkan parameter. Hasil dari penelitian ini berhasil mengimplementasikan Temperature Controller TZ-4N dan Thermocouple Tipe K dalam mesin hostia bakery. Waktu yang dibutuhkan mesin untuk menuju suhu kerja saat pertama kali dinyalakan

adalah 27 menit. Penggunaan Perbandingan antara hasil pembacaan thermocontroller dan thermogun digunakan sebagai evaluasi hasil. Nilai error pada pembacaan suhu di atas 120°C dengan nilai error rata-rata sebesar 1,6°C-2,8°C Karakteristik penggunaan thermocouple khususnya pembacaan pada suhu tinggi mempengaruhi kinerja Kendali suhu pada mesin hostia bakery.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari, Dewi Permata, et al. 2018. Kendali Suhu Air Dengan Sensor Termokopel Tipe-k Pada Simulator Sistem Pengisian Botol Otomatis. *Jurnal Ampere* 3.2 : 128-134
- [2] Pratomo, Teguh Budi, et al. 2013. Purwarupa Sistem Kendali Suhu dengan Pengendali PID pada Sistem Pemanas dalam Proses Refluks/Distilasi. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems* 3 : 23-34
- [3] Kristianto, Sigit Adi, and Bachtera Indarto. 2013. Penggunaan Termokopel Tipe K Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 Untuk Mengukur Suhu Rendah di Mesin Kriogenik. *Jurnal Sains dan Seni PMOTS* 2 : 1-6
- [4] Astuti, Desi Silvia, Ahmad Aminudin, and Waslaluddin Waslaluddin. Analisis Karakteristik Sistem Kontrol Temperatur Berbasis Autonics TK4S-14RN Untuk Prototipe Pengereng Bahan Pakaian. *Wahana Fisika* 4.1: 12-20
- [5] Omega. (2012). Revised Thermocouple Reference Tables.
- [6] <https://www.parokivianney.org/post/roti-tak-beragi> diakses pada 26 Januari 2022
- [7] Wendri, N., Supardi, I., Suarbawa, K., & Yuliantini, N. 2012. Alat Pencatat Temperatur Otomatis Menggunakan Termokopel Berbasis Mikrokontroler At89s51. *Buletin Fisika*, 13(1), 29-33
- [8] Ranting, Jotje. 2021. Karakteristik Pengendali On-Off Untuk Aplikasi Pada Sistem Pengendalian Temperatur. *Jurnal Tekno Mesin* 1.3
- [9] Nisrina, Amirah, Eka Mandayatma, and Herwandi Herwandi. 2020. Stabilisasi Suhu Heatrig Menggunakan Metode Kontrol Dua Posisi. *Jurnal Elektronika Otomasi Industri* 5.1 : 42-48
- [10] Sunandar, Dedi, Abdul Hafid Paronda, and Setyo Supratno. 2018. Analisa Stabilitas Temperatur Aluminium Pada Furnace Heater Mesin Casting Kurtz. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*. Vol. 1. No. 1