



PROTOTIPE KOTAK PENGANTARAN MAKANAN SISTEM *BALANCING* DAN SUHU SEBAGAI UPAYA MENJAGA KUALITAS MAKANAN BERBASIS ESP32

Robby Akbar¹, Nurul Fadillah², Medi Yuwono Tharam³, Satriyo⁴, Hasan⁵

Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak,
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Pontianak Tenggara, Pontianak, Kalimantan Barat,
Indonesia

Email: Robbyakbar.10a@gmail.com

Abstract

The rapid development of UMKM culinary in Pontianak has driven the growth of food delivery services. Nevertheless, issues such as food spillage caused by movement during transportation and a decrease in temperature during delivery still frequently occur, which negatively impact customer satisfaction. This study aims to design and implement a food delivery box prototype equipped with a balancing and temperature control system based on the ESP32 microcontroller to maintain food quality during transit. The developed prototype demonstrated the ability to maintain both food temperature and positional stability. The system performed optimally at tilt angles of up to 30°, achieving a balancing success rate exceeding 90%. The heating system successfully reached a setpoint of 40°C within an average of 4.98 minutes and 45°C within 8.77 minutes. However, heating efficiency declined at higher temperatures, accompanied by a significant increase in energy consumption. The balancing system maintained performance at 91.66% on the X-axis and 100% on the Y-axis at 30°, but declined to 61.11% (X-axis) and 88.88% (Y-axis) at 45° due to limitations in servo motor response and gyroscope accuracy. The results indicated that the prototype was capable of stabilizing food trays under angular shifts and maintaining food warmth according to the predefined setpoints. This prototype presents a practical solution to improve food delivery quality, reduce food damage during delivery, and enhance customer satisfaction, offering added value to UMKM culinary businesses.

Keywords: delivery box, ESP32, temperature control, balancing system, UMKM culinary

Abstrak

Pesatnya pertumbuhan UMKM kuliner di Kota Pontianak mendorong peningkatan layanan pengantaran makanan. Namun, permasalahan seperti makanan tumpah akibat guncangan dan penurunan suhu selama pengiriman masih sering terjadi, sehingga memengaruhi kepuasan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe kotak pengantaran makanan berbasis ESP32 dengan sistem pengendali keseimbangan (*balancing*) dan suhu untuk menjaga kualitas makanan. Prototipe yang dikembangkan berhasil mempertahankan suhu dan kestabilan posisi makanan, serta menunjukkan performa optimal pada sudut kemiringan hingga 30°, dengan tingkat keberhasilan balancing di

Article History

Received: Agustus 2025

Reviewed: Agustus 2025

Published: Agustus 2025

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



atas 90%. Sistem pemanas mampu mencapai suhu setpoint 40°C dalam waktu rata-rata 4,98 menit dan 45°C dalam 8,77 menit. Kecepatan pemanasan menurun seiring meningkatnya suhu, dengan kebutuhan daya yang meningkat signifikan. Sistem balancing menunjukkan hasil keberhasilan sebesar 91,66% pada sumbu X dan 100% pada sumbu Y untuk sudut 30°, namun menurun pada sudut bebas 45° menjadi 61,11% (X) dan 88,88% (Y), akibat keterbatasan motor servo dan akurasi sensor giroskop. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menstabilkan posisi pelat makanan setelah terjadi perubahan sudut kemiringan dan menjaga suhu makanan tetap hangat sesuai setpoint. Prototipe ini berpotensi meningkatkan kualitas layanan pengantaran makanan, mengurangi kerusakan saat pengiriman, serta meningkatkan kepuasan pelanggan, sekaligus memberikan nilai tambah bagi pelaku usaha kuliner.

Kata kunci: Kotak Pengantaran, ESP32, Pengatur Suhu, Sistem *Balancing*, Kuliner UMKM

PENDAHULUAN

Pada saat ini khususnya di Kota Pontianak UMKM telah menjadi salah satu standar ekonomi. Perkembangan UMKM semakin hari menjadi lebih banyak dan luas, sampai saat ini telah ada lebih dari 30.000 UMKM di Pontianak dengan berbagai macam sektor usaha yang ada (Dinas Koperasi, Usaha Mikro dan Perdagangan, 2023). Dari 30.000 UMKM di Pontianak kebanyakan bergerak dibidang kuliner karena banyak diminati oleh masyarakat. Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk di Pontianak, tentu menjadi potensi bagi UMKM untuk meningkatkan hasil dari produk dan penjualannya.

Dari banyaknya UMKM di Pontianak yang bergerak dibidang kuliner, saat ini telah mengembangkan promosi dan pelayanan menggunakan *food delivery* yang digunakan untuk memesan makanan atau produk dari toko penjual. *Food delivery* memudahkan pelanggan untuk membeli produk atau makanan yang ditawarkan tanpa harus datang secara langsung ke toko atau restoran penjual. Dengan adanya *food delivery* banyak pelanggan yang akan terbantu disaat waktu yang sibuk atau tidak memiliki kesempatan untuk melakukan pembelian secara langsung. Banyak penjual makanan yang menjual produk makanannya dengan kondisi panas atau dingin dengan pengantaran yang dilakukan oleh kurir, dalam proses pengantaran kurir diharapkan dapat mengantarkan makanan yang telah disiapkan sampai kepada pelanggan dengan kualitas yang baik sama seperti melakukan pembelian secara langsung saat diterima oleh pelanggan (Rizal, 2018). Namun, terkadang muncul permasalahan ketidakpuasan pelanggan dalam proses pengiriman makanan yang dilakukan oleh kurir makanan. Pada saat proses pengantaran sering terjadinya guncangan, sehingga membuat makanan yang berada di dalam box pengantaran makanan menjadi tumpah atau kemasannya rusak dan saat titik lokasi pengantaran yang jauh dapat membuat makanan tidak hangat lagi ketika sudah diterima oleh pelanggan. Tentu hal itu membuat berkurangnya kualitas pelayanan dan makanan dari toko penjual.

Dari permasalahan ini, sebuah alat dengan Sistem Rekayasa Teknik Elektronika yang dibuat penulis berperan penting dalam membantu penjual dan kurir untuk menjaga kualitas makanan yang sampai ke pelanggan sesuai dengan kondisi awal saat setelah dipacking oleh penjual. Penelitian ini penting dilakukan untuk meminimalisir kerusakan pada makanan dan menjaga suhu makanan agar kualitas makanan yang diterima dalam kondisi baik. Alat yang dibuat dengan judul “Prototipe Kotak Pengantaran Makanan Sistem *Balancing* dan Suhu Sebagai Upaya Menjaga Kualitas Makanan Berbasis ESP32” menerapkan sistem penjaga keseimbangan atau *balancing* dan suhu menggunakan sensor giroskop, sensor suhu DHT22, dan motor servo

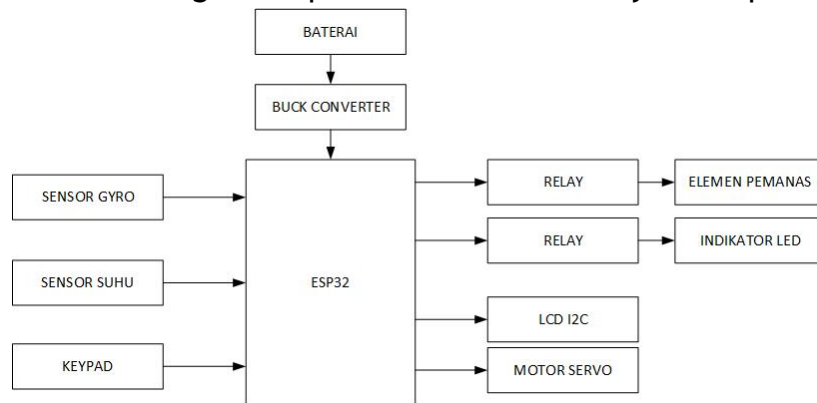
untuk penggerak dengan ESP32 sebagai mikrokontrollernya (Muliadi et al., 2024). Dengan adanya kotak pengantaran makanan ini proses pengiriman oleh kurir dapat memberikan kepuasan terhadap pelanggan dan meningkatkan daya jual beli dari toko penjual.

METODE

Metodologi penelitian yang digunakan adalah pengumpulan data dan eksperimental. Berikut adalah penejelasan dari tahapan-tahapan yang digunakan untuk merancang prototipe kotak pengantaran makanan sistem *balancing* dan suhu.

Diagram Blok

Perancangan perangkat keras berisi sistem kendali PID dan pengontrolan suhu dengan mikrokontroler ESP32. Blok diagram dapat dilihat secara menyeluruh pada Gambar 1.



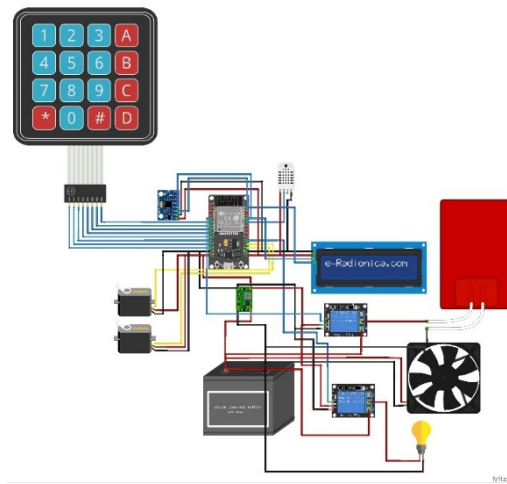
Gambar 1. Diagram Blok

Untuk spesifikasi perancangan perangkat keras pada kotak pengantaran makanan ini terdiri dari:

1. ESP32 digunakan sebagai pengontrol sistem dari kotak pengantaran makanan berdasarkan dari inputan sensor giroskop, sensor suhu, sensor *proximity*, dan keypad ke output pemanas, kipas, buzzer, lcd I2C dan motor servo (Hadi et al., 2019).
2. LCD (*liquid crystal display*) berfungsi sebagai media tampil informasi dari suhu didalam kotak pengantaran makanan selama sistem beroperasi.
3. Sensor giroskop digunakan sebagai input data perubahan kemiringan sudut.
4. Sensor suhu DHT22 digunakan sebagai pendeteksi suhu pada kotak pengantaran makanan.
5. Elemen pemanas adalah alat yang mengeluarkan energi panas sehingga diperlukan dalam proses untuk menjaga suhu pada makanan (Evalina et al., 2022).
6. Led digunakan sebagai indikator saat pemanas aktif atau mati.
7. Keypad sebagai input ke ESP32 untuk memasukkan setpoint suhu ke dalam program yang dibuat.
8. Baterai sebagai sumber tegangan yang akan disambungkan ke buck converter untuk mengoperasikan mikrokontroler ESP32 (Turang, 2015).
9. Kipas sebagai sirkulasi aliran udara pada ruang mesin pemanas.

Wiring Diagram

Dari diagram penjaluran pada gambar 2, sumber tegangan yang digunakan berasal dari power supply 12V untuk mengaktifkan pemanas dan kipas, kemudian tegangan diturunkan menggunakan DC-DC Converter (*Buck Converter*) untuk masukan tegangan pada ESP32 dan komponen lainnya.

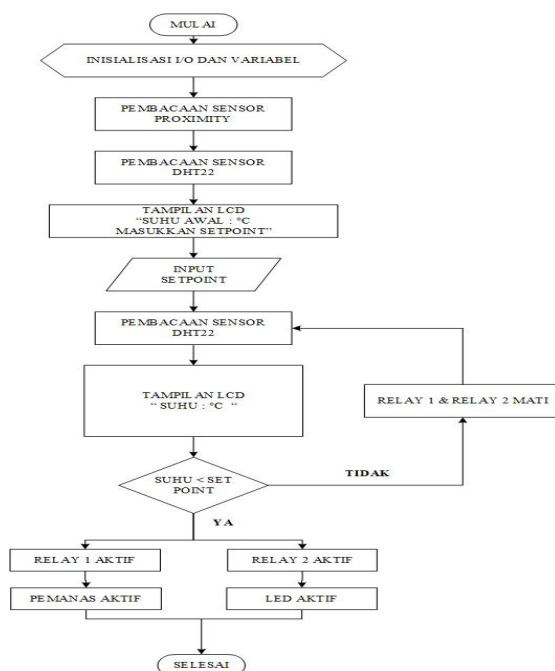


Gambar 2. Diagram Penjaluran

Rancangan Software

a. Flowchart Sistem Kendali Suhu

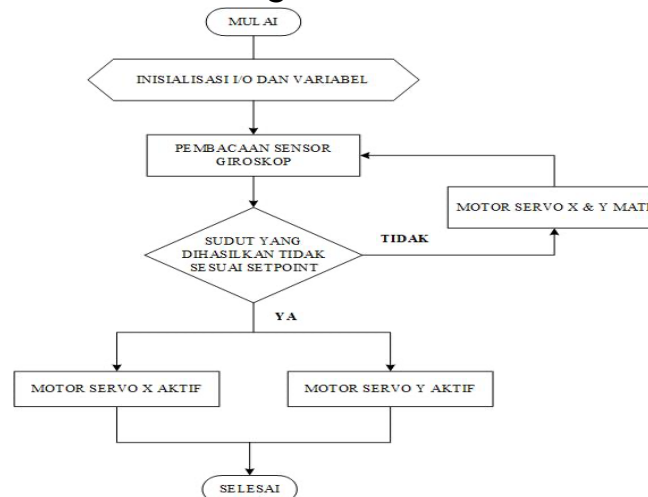
Perancangan perangkat lunak pada sistem kendali suhu pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan bahasa C++ pada *software* Arduino IDE untuk memprogram sensor yang digunakan (Huda, 2017). Dari sistem kendali suhu ini didapat parameter suhu dan waktu yang diperlukan alat untuk mencapai setpoint yang diinginkan.



Gambar 3.

Flowchart Sistem Kendali Suhu

b. Flowchart Sistem Kendali Balancing



Gambar 4. Flowchart Sistem Kendali *Balancing*

Perancangan perangkat lunak pada sistem kendali *balancing* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor gyroscope dan bahasa C++ pada *software* Arduino IDE untuk memprogram sensor yang digunakan (Santoso et al., 2021). Dari sistem kendali *balancing* didapat parameter waktu *recovery* pelat makanan saat terjadi gangguan dan besaran perubahan sudut.

Perhitungan Kontrol PID

Perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai K_p , K_i , dan K_d pada sistem balancing proyek akhir ini. Dilakukan penyesuaian dengan menghitung menggunakan percobaan manual dan metode Ziegler-Nichol (Ogata, 2009). Berikut rumus yang digunakan dalam metode Ziegler-Nichols:

$$K_p = 0.6 \times K_u \quad (1)$$

$$K_i = 2 \times K_p / T_u \quad (2)$$

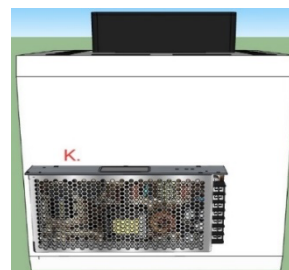
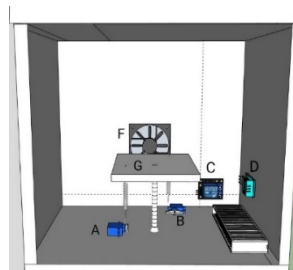
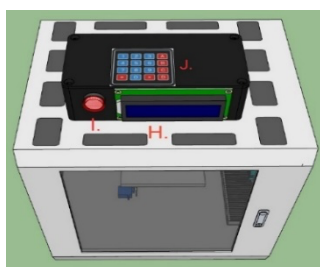
$$K_d = K_p \times T_u / 8 \quad (3)$$

Rancangan Prototipe

Rancangan alat dari penelitian ini dibuat menggunakan *software sketch up*. Desain *body* dari alat yang dibuat akan menggunakan bahan *fiber glass* (Plastik yang di perkuat dengan serat kaca) dengan ukuran 23 cm x 20 cm x 23 cm. Adapun desain alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat dengan gambar dan keterangan sebagai berikut :

Gambar 5. Desain 3D Kotak Pengantaran Makanan

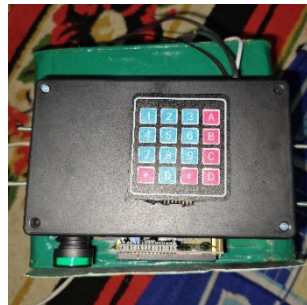
HASIL DAN PEMBAHASAN



Berikut ini merupakan bentuk akhir dari proyek yang dibuat mulai dari bentuk jadi alat, tampilan pada lcd dan penjaluran sistem.



Gambar 6. Bentuk Alat Kotak Pengantaran Makanan

**Uji Coba Sistem Pemanas**

Berikut adalah hasil data yang diperoleh dengan setpoint 40° dan 45° pada sistem pemanas. Percobaan dilakukan 10 kali dengan kondisi suhu awal yang berbeda.

Tabel 1. Hasil Perolehan Data Setpoint 40°

Suhu Awal	Setpoint	Percobaan ke-	Suhu Tercapai	Waktu tercapai
28,2	40	1	40	5 menit 41 detik (5,68 menit)
27,1	40	2	40	5 menit 54 detik (5,9 menit)
29,1	40	3	40	4 menit 22 detik (4,36 menit)
29,8	40	4	40	4 menit 19 detik (4,31 menit)
27,5	40	5	40	5 menit 20 detik (5,33 menit)
30,2	40	6	40	4 menit 41 detik (4,68 menit)
31	40	7	40	4 menit 6 detik (4,1 menit)
28,1	40	8	40	5 menit 12 detik (5,2 menit)
27,6	40	9	40	5 menit 18 detik (5,3 menit)
28,7	40	10	40	4 menit 58 detik (4,96 menit)
Rata-rata waktu				4 menit 59 detik (4,98 menit)

Uji coba dilakukan pada sistem pemanas untuk mendapatkan hasil rata-rata rentang waktu kondisi suhu ruangan mencapai setpoint 40° . Dengan hasil yang didapat yaitu rata-rata waktu untuk mencapai setpoint adalah 4 menit 59 detik (4,98 menit).

Tabel 2. Hasil Perolehan Data Setpoint 45°

Suhu Awal	Setpoint	Percobaan ke-	Suhu Tercapai	Waktu tercapai
27,8	45	1	45	10 menit 1 detik (10,01 menit)
29,7	45	2	45	8 menit 7 detik (8,11 menit)



29,8	45	3	45	7 menit 52 detik (7,86 menit)
27,2	45	4	45	9 menit 59 detik (9,98 menit)
30,5	45	5	45	9 menit 13 detik (9,21 menit)
31	45	6	45	7 menit 42 detik (7,7 menit)
27,5	45	7	45	9 menit 17 detik (9,28 menit)
30,2	45	8	45	8 menit 2 detik (8,03 menit)
28,7	45	9	45	9 menit 12 detik (9,2 menit)
29,2	45	10	45	8 menit 20 detik (8,33 menit)
Rata-rata waktu				8 menit 42 detik (8,77 menit)

Untuk uji coba yang dilakukan dengan setpoint 45° , hasil rata rata waktu yang didapat pada sistem pemanas untuk mencapai setpoint adalah 8 menit 42 detik (8,77 menit). Berdasarkan data uji coba, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setpoint 40°C lebih konsisten dibandingkan setpoint 45°C . Rata-rata waktu untuk mencapai setpoint 40°C adalah 4,98 menit, sedangkan setpoint 45°C membutuhkan rata-rata waktu 8,77 menit.

Uji Coba Sistem *Balancing*

Berikut adalah hasil perolehan data dari pengujian sistem *balancing* pada alat Prototipe Kotak Pengantaran Makanan. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat multimeter untuk mendapatkan hasil tegangan yang diperlukan untuk *recovery plat* makanan dan *waterpass* untuk mengatur plat makanan rata permukaan. Pengujian dilakukan dengan memiringkan posisi alat agar terjadi perubahan sudut yang akan dideteksi oleh sensor giroskop.

Tabel 3. Hasil Data Pengujian Sistem *Balancing* Sumbu X

Sumbu	Percobaan ke-	Sudut ($^{\circ}$)	Tegangan (V)	Hasil
X (Miring Kanan)	1	5	0.24	Berhasil
	2	10	0.23	Berhasil
	3	15	0.22	Berhasil
	4	20	0,21	Berhasil
	5	25	0,20	Berhasil
	6	30	0,19	Berhasil
	7	35	0,18	Gagal
	8	40	0,17	Gagal
	9	45	0,16	Gagal
X (Miring Kiri)	10	5	0,25	Berhasil
	11	10	0,26	Berhasil
	12	15	0,27	Berhasil
	13	20	0,27	Berhasil
	14	25	0,28	Berhasil
	15	30	0,29	Gagal
	16	35	0,30	Gagal
	17	40	0,31	Gagal



18	45	0,32	Gagal
Rata-rata kemiringan sudut yang direcovery sampai 30°			91,66% Berhasil
Rata-rata kemiringan sudut yang direcovery sampai sudut bebas			61,11% Berhasil

Dari hasil percobaan sistem balancing pada sumbu X sesuai dengan sudut yang telah ditentukan dapat direcovery sampai 30° dapat diasumsikan kinerja sistem balancing pada “Prototipe Kotak Pengantaran Sistem *Balancing* Dan Suhu Sebagai Upaya Menjaga Kualitas Makanan Berbasis ESP32” bekerja dengan baik menjaga makanan tidak jatuh atau tumpah. Namun saat melakukan percobaan sampai dengan sudut bebas 45° kinerja sistem *balancing* saat melewati sudut 30° kurang baik sehingga menyebabkan makanan terjatuh atau tumpah.

Tabel 4. Hasil Data Pengujian Sistem *Balancing* Sumbu Y

Sumbu	Percobaan ke-	Sudut	Tegangan	Hasil
Y (Miring Ke Belakang)	1	5	0.23	Berhasil
	2	10	0.22	Berhasil
	3	15	0.21	Berhasil
	4	20	0,20	Berhasil
	5	25	0,20	Berhasil
	6	30	0,19	Berhasil
	7	35	0,18	Berhasil
	8	40	0,17	Berhasil
	9	45	0,16	Berhasil
Y (Miring ke depan)	10	5	0,24	Berhasil
	11	10	0,25	Berhasil
	12	15	0,26	Berhasil
	13	20	0,27	Berhasil
	14	25	0,28	Berhasil
	15	30	0,29	Berhasil
	16	35	0,30	Berhasil
	17	40	0,31	Gagal
	18	45	0,32	Gagal
Rata-rata kemiringan sudut yang direcovery sampai 30 °				100% Berhasil
Rata-rata kemiringan sudut yang direcovery sampai sudut bebas				88,88% Berhasil

Dari hasil percobaan sistem *balancing* pada sumbu Y sesuai dengan sudut yang telah ditentukan dapat direcovery sampai 30° dapat diasumsikan kinerja sistem *balancing* pada “Prototipe Kotak Pengantaran Sistem *Balancing* Dan Suhu Sebagai Upaya Menjaga Kualitas Makanan Berbasis ESP32” bekerja dengan baik menjaga makanan tidak jatuh atau tumpah. Namun pada sumbu Y saat melakukan percobaan miring ke depan sampai dengan sudut bebas 45° kinerja sistem *balancing* saat melewati sudut 35° kurang baik sehingga menyebabkan makanan terjatuh atau tumpah.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada proyek akhir “Prototipe Kotak Pengantaran Makanan Sistem *Balancing* dan Suhu Sebagai Upaya Menjaga Kualitas Makanan Berbasis ESP32”, dapat disimpulkan bahwa:

1. Prototipe berhasil menjaga kualitas makanan dengan mempertahankan suhu dan kestabilan posisi makanan. Hal ini mencerminkan pencapaian tujuan penelitian untuk meningkatkan kualitas layanan pengantaran makanan.
2. Untuk sudut kemiringan hingga 30° , prototipe berfungsi optimal dengan tingkat keberhasilan *balancing* di atas 90%, memastikan makanan tidak jatuh atau tumpah.
3. Prototipe ini menawarkan solusi inovatif bagi pelaku UMKM di bidang kuliner dengan meningkatkan kualitas pengantaran makanan. Penggunaan sistem *balancing* dan pengendalian suhu berbasis ESP32 dapat mengurangi keluhan pelanggan terkait makanan yang rusak atau dingin.
4. Sistem pemanas mampu mencapai setpoint suhu dengan waktu yang relatif singkat. Rata-rata waktu pencapaian setpoint 40°C adalah 4,98 menit, sedangkan untuk 45°C membutuhkan waktu rata-rata 8,77 menit. Kecepatan pemanasan menurun pada setpoint yang lebih tinggi ($2,41^\circ\text{C}/\text{menit}$ pada 40°C dibandingkan $1,88^\circ\text{C}/\text{menit}$ pada 45°C), menunjukkan efisiensi pemanas menurun saat mendekati batas suhu maksimal. Konsumsi energi untuk mencapai 40°C adalah 6,64 Wh, sedangkan untuk 45°C adalah 11,68 Wh, menunjukkan kebutuhan daya meningkat secara signifikan pada suhu lebih tinggi.
5. Sistem *balancing* bekerja dengan baik hingga sudut 30° , dengan tingkat keberhasilan 91,66% pada sumbu X dan 100% pada sumbu Y. Pada sudut bebas hingga 45° , keberhasilan sistem *balancing*.
6. Prototipe telah memenuhi sebagian besar target penelitian dengan kinerja yang memadai dalam menjaga suhu makanan dan kestabilan posisi. Namun, masih terdapat ruang untuk perbaikan, terutama pada efisiensi energi untuk suhu tinggi dan performa *balancing* di sudut ekstrem. Dengan penyempurnaan, prototipe ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas dalam industri *food delivery*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Dinas koperasi, usaha mikro dan perdagangan. (2023, Desember).
<https://satudata.pontianak.go.id/dataset/data-jumlah-umkm-di-kota-pontianak>
- Evalina, N., Pasaribu, I. F., H Azis, A., & Sary, A. (2022). Penggunaan arduino uno untuk mengatur temperatur pada oven. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*. <https://doi.org/10.30596/rele.v4i2.9559>
- Hadi, M. S., Nugroho, P. A., Abdillah, R. H., Putri, T. W., & Huda, M. S. (2019). Sistem stabilisator kamera menggunakan sensor gyroscope dan kontroler PID. *TEKNO*.
<https://doi.org/10.17977/um034v29i1p75-85>
- Huda, S. (2017). *Rancang bangun sistem kendali suhu pada box pengantar makanan dengan menggunakan smartphone android berbasis arduino*. Universitas Negeri Jakarta.
- Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2024). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73-79.
<https://doi.org/10.59562/metrik.v17i2.5398>
- Ogata, K. (2009). Modern Control Engineering Fifth Edition. In *IEEE Transactions on Automatic Control*.
- Rizal, M. R. (2018). RANCANG BANGUN COOLING BOX MENGGUNAKAN PELTIER DAN ARDUINO UNO UNTUK DELIVERY. *RANCANG BANGUN COOLING BOX MENGGUNAKAN PELTIER DAN ARDUINO UNO UNTUK DELIVERY*.
- Santoso, D. T., Sari, R. P., & Mudzakir, F. F. (2021). Rancang Bangun Gyroscope Stabilizer untuk Stabilisasi Perahu. *Jurnal Rekayasa Mesin*.
<https://doi.org/10.32497/jrm.v16i1.2059>
- Turang, D. A. O. (2015). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*.