

RANCANG BANGUN *FOOD TROLLEY* PENGHANGAT MAKANAN
OTOMATIS BERBASIS *INTERNET of THINGS*

Miftah Puspita Sari^{1*}, Fadhlan Aditya Firdaus¹, Rafli Nur Hakim¹, Eko Sulistyo¹, Amril Reza¹, Peprizal¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Corresponding Author: miftahpuspita9@gmail.com

ABSTRAK

Distribusi makanan di rumah sakit memerlukan sistem yang mampu mempertahankan suhu makanan agar tetap memenuhi standar keamanan pangan hingga diterima oleh pasien. Penurunan suhu selama proses distribusi dapat menyebabkan kualitas makanan menurun sehingga diperlukan sistem penghangat yang mampu bekerja secara otomatis serta dapat dipantau secara real time. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun food trolley penghangat makanan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, PTC Heater, axial fan, dan metode Fuzzy Logic Controller (FLC). Sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk sehingga suhu dan kelembapan dapat dipantau melalui smartphone. Metode penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan mekanik, perancangan elektronika, perancangan perangkat lunak, implementasi FLC, perakitan sistem, serta pengujian kinerja alat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai suhu setpoint 61°C dan mempertahankan kondisi stabil dalam waktu sekitar 10 detik. Sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi sebesar 99,1-99,9% dibandingkan alat ukur acuan. Implementasi FLC mampu mengendalikan kerja PTC Heater secara otomatis sehingga suhu tetap berada pada rentang yang diinginkan, sedangkan aplikasi Blynk berhasil menampilkan data suhu dan kelembapan secara real time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mempertahankan suhu makanan selama proses distribusi serta meningkatkan kemudahan monitoring dibandingkan sistem yang hanya menggunakan pemanas tanpa pemantauan berbasis IoT.

Kata Kunci: Food Trolley, IoT, ESP32, Fuzzy Logic Controller, PTC Heater.

ABSTRACT

Hospital food distribution requires a system capable of maintaining food temperatures to meet safety standards until the food reaches the patient. Temperature drops during distribution can compromise food quality; therefore, an automated heating system with real time monitoring capabilities is essential. This study aimed to design and construct an Internet of Things (IoT) based heated food trolley utilizing an ESP32 microcontroller, a DHT22 sensor, a PTC heater, an axial fan, and a Fuzzy Logic Controller (FLC) method. The monitoring system employs the Blynk application, enabling temperature and humidity tracking via smartphone. The research methodology encompassed requirements identification, mechanical and electronic design, software development, FLC implementation, system assembly, and performance testing. Test results demonstrated that the system successfully reached a setpoint temperature of 61°C and achieved stability within approximately 10 seconds. The DHT22 sensor exhibited an accuracy rate of 99.1-99.9% when compared to a reference measuring instrument. The FLC implementation effectively automated the PTC heater's operation to maintain the

desired temperature range, while the Blynk application successfully displayed real-time temperature and humidity data. The findings indicate that the developed system is capable of maintaining food temperatures during distribution and offers superior monitoring convenience compared to systems relying solely on heating elements without IoTbased monitoring.

Keywords: Food Trolley, IoT, ESP32, Fuzzy Logic Controller, PTC Heater.

1. PENDAHULUAN

Pelayanan makanan di rumah sakit merupakan bagian penting dalam mendukung proses penyembuhan pasien. Selain memenuhi kebutuhan gizi, makanan juga harus disajikan pada suhu yang sesuai untuk menjaga kualitas, cita rasa, dan keamanan pangan. Selama proses distribusi dari instalasi gizi menuju ruang perawatan, makanan sering mengalami penurunan suhu akibat kehilangan panas ke lingkungan sehingga kualitas makanan menjadi menurun (J. M. Edwards and N. Hartwell).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, makanan matang yang disajikan dalam keadaan hangat harus dipertahankan pada suhu minimal 60°C untuk menjaga keamanan pangan serta mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat membahayakan kesehatan pasien (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia). Oleh karena itu, diperlukan sistem distribusi makanan yang mampu mempertahankan suhu makanan secara otomatis hingga makanan diterima oleh pasien.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem penghangat maupun monitoring suhu. Putri dan Rahayu menerapkan *Fuzzy Logic Controller (FLC)* untuk menjaga suhu makanan tetap stabil, namun sistem yang dikembangkan belum dilengkapi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* sehingga proses monitoring masih dilakukan secara lokal (Putri dan Rahayu). Morillo et al. mengembangkan sistem pemantauan suhu *food trolley* berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)* yang mampu melakukan monitoring secara *real time*, tetapi belum dilengkapi sistem penghangat otomatis untuk mempertahankan suhu makanan selama distribusi (P. Morillo, M. Á. Ortín, J. A. Pastor, and M. Fernández). Penelitian lain oleh Saputra et al. berhasil menerapkan ESP32, sensor DHT22, dan *FLC* pada sistem berbasis *IoT*, namun objek penelitian masih terbatas pada ruang penyimpanan peralatan medis sehingga belum sesuai untuk distribusi makanan rumah sakit (Saputra, dkk).

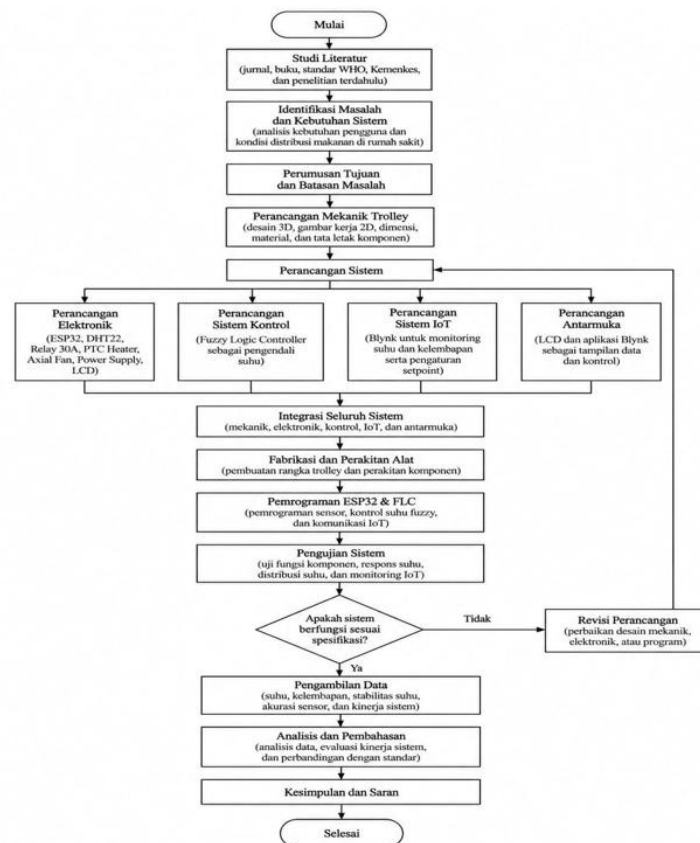
Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat peluang pengembangan berupa integrasi sistem penghangat otomatis dengan kemampuan monitoring dan pengendalian suhu secara *real time* pada *food trolley*. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan *food trolley* penghangat makanan otomatis berbasis *IoT* menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, *PTC Heater*, *axial fan*, dan *Fuzzy Logic Controller (FLC)*. Sistem juga dilengkapi aplikasi Blynk sehingga suhu dan kelembapan dapat dipantau secara *real time* serta nilai setpoint suhu dapat diatur melalui *smartphone*. Integrasi tersebut diharapkan mampu mempertahankan suhu makanan sesuai standar rumah sakit sekaligus meningkatkan efektivitas proses distribusi makanan kepada pasien.

2. METODE

Metode penelitian diawali dengan identifikasi kebutuhan sistem melalui studi literatur dan analisis kebutuhan pengguna. Selanjutnya dilakukan penyusunan daftar tuntutan, pemilihan konsep menggunakan kotak morfologi, serta perancangan mekanik

food trolley. Setelah itu dilakukan perancangan sistem elektronika yang terdiri atas ESP32, sensor DHT22, relay, *PTC Heater*, *axial fan*, *LCD*, dan sumber daya berupa aki 12 V 75 Ah.

Tahap pada Gambar 1 adalah pengembangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE. Algoritma *FLC* diimplementasikan pada ESP32 untuk mengendalikan *PTC Heater* berdasarkan nilai error dan delta *error* antara suhu aktual dan suhu *setpoint*. Data suhu dan kelembapan dikirimkan ke aplikasi Blynk melalui jaringan *wi fi* sehingga dapat dimonitor secara *real time*. Setelah seluruh sistem selesai dirakit, dilakukan pengujian meliputi pengujian akurasi sensor DHT22, pengujian sistem monitoring *IoT*, pengujian distribusi suhu, serta pengujian kinerja *FLC* dalam mempertahankan suhu ruang penyimpanan makanan.



Gambar 1. pengembangan perangkat lunak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen berhasil diintegrasikan menjadi satu sistem yang berfungsi dengan baik. ESP32 mampu membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22 kemudian mengolah data menggunakan *FLC* untuk mengendalikan relay yang mengaktifkan *PTC Heater*. *Axial fan* membantu mendistribusikan udara panas secara merata di dalam ruang penyimpanan makanan, sedangkan aplikasi Blynk berhasil menampilkan data monitoring secara *real time*.

Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai suhu 61°C dan mempertahankan kondisi stabil dalam waktu sekitar 10 detik. Sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi sebesar 99,1-99,9% dibandingkan alat ukur acuan. Implementasi *FLC*

mampu mengendalikan kerja *heater* secara otomatis sehingga suhu berada pada rentang yang telah ditentukan tanpa memerlukan pengoperasian manual.

Data hasil pengujian

Tabel 1. Pengambilan Data Suhu

Waktu (menit)	Setpoint (°C)	DHT22 (°C)	Termometer (°C)
0	61	32.7°C	32.6°C
5	61	33°C	33.2°C
10	61	35°C	35.4°C
15	61	36°C	36.2°C
20	61	37°C	37.5°C
25	61	38°C	38.9°C
30	61	40°C	41°C

Tabel 2. Hasil Pengujian Kelembapan

Waktu (menit)	DHT22 (%RH)
0	69.4%
5	67.7%
10	64.2%
15	62.8%
20	61.5%
25	60.4%
30	61.2%

Tabel 3. Data Akurasi Sensor

No	DHT22 (°C)	Termometer (°C)	Selisih (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	32.7°C	32.6°C	0.1°C	0.1%	99.9%
2	33°C	33.2°C	0.2°C	0.2%	99.8%
3	35°C	35.4°C	0.4°C	0.4%	99.6%
4	37°C	37.5°C	0.5°C	0.5%	99.5%
5	38°C	38.9°C	0.9°C	0.9%	99.1%

Tabel 4. Hasil Pengujian Distribusi Suhu

Rak	Suhu (°C)
Rak 1	35°C
Rak 2	35°C
Rak 3	34°C
Rak 4	33°C

Tabel 4. Hasil Pengujian FLC

Suhu aktual	Setpoint (°C)	Kondisi Relay	Heater
34°C	61	ON	ON
36°C	61	ON	ON
33.9	61	ON	ON
61	61	OFF	OFF

Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi ESP32, *PTC Heater*, *axial fan*, DHT22, *FLC*, dan Blynk mampu menghasilkan sistem penghangat makanan yang sesuai untuk mendukung distribusi makanan di rumah sakit.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun *food trolley* penghangat makanan otomatis berbasis *IoT* menggunakan ESP32, sensor DHT22, *PTC Heater*, *axial fan*, dan *Fuzzy Logic Controller*. Sistem mampu mempertahankan suhu pada setpoint 61°C dengan waktu stabil sekitar 10 detik. Sensor DHT22 menunjukkan akurasi 99,1-99,9%, sedangkan aplikasi Blynk mampu menampilkan data suhu dan kelembapan secara *real time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat membantu mempertahankan suhu makanan selama proses distribusi di rumah sakit sekaligus memudahkan proses monitoring oleh pengguna.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

1. Ibu Novitasari, M.Pd. selaku Koordinator Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Eko Sulisty, M.T. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Peprizal, M.Pd.T. selaku pembimbing III yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan penulisan tugas akhir ini.
5. Rekan yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartwell, H. & Edwards, J.S.A., 2001, A Preliminary Assessment of Two Hospital Food Service Systems Using Parameters of Food Safety and Consumer Opinion, *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, Vol. 121, No. 4, pp. 236–242.
- Hilmi, A., dkk., 2022, Sistem Kontrol Suhu Ruangan dengan Metode Fuzzy Logic Controller Berbasis IoT, *Prosiding SEMNASTERA*, pp. 112–118.
- Imran, F.R., dkk., 2024, Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Otomatis Berbasis IoT dengan Fuzzy Logic, *Journal Electric Field*, Vol. 4, No. 2, pp. 45–53.
- J. M. Edwards and N. Hartwell, “Hospital food service: A comparative analysis of systems and patient satisfaction,” *Nutrition & Food Science*, vol. 36, no. 6, pp. 336–342, 2006.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Kemenkes RI, 2023.
- Putri dan Rahayu, “Implementasi Fuzzy Logic Controller pada Sistem Penghangat Makanan Otomatis,” 2020.
- Putri, A.R. & Rahayu, P.N., 2020, Food Warmer System Based on DHT22 Temperature Sensor, *Journal on Advanced Research in Electrical Engineering*, Vol. 4, No. 1, pp. 25–31.
- P. Morillo, M. Á. Ortín, J. A. Pastor, and M. Fernández, “Wireless Sensor Network for Temperature Monitoring in Hospital Food Trolleys,” *Sensors*, vol. 18, no. 10, 2018.
- Saputra, dkk., “Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Fuzzy Logic,” 2024