

Perancangan Smart Food Box Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier Berbasis Internet of Things (IoT)

Ahda Ikhlasul 'Amal¹, Yulianto², Mas Nurul Achmadiyah³

e-mail: ikhlasulahda@gmail.com, yulianto@polinema.ac.id, masnurul@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 7 Agustus 2023
Direvisi 10 September 2023
Diterbitkan 30 September 2023

Kata kunci:

IoT
Kendali histerisis
Smart food box
Termoelektrik peltier

ABSTRAK

Makanan merupakan kebutuhan pokok manusia yang pasti dikonsumsi setiap hari. Penting untuk diperhatikan kondisi tempat penyimpanan untuk mengkondisikan setiap makanan agar terjaga kesegarannya. Oleh sebab itu, perlu untuk membuat sebuah inovasi untuk menjaga kondisi makanan agar dapat terjaga kesegarannya tetap dapat dikonsumsi meskipun disimpan dalam jangka waktu yang lama. Inovasi yang diusulkan dalam hal ini adalah *Smart Food Box* yang dibuat menggunakan modul termoelektrik peltier berbasis IoT. Alat ini dapat menjaga kesegaran makanan lebih lama menggunakan modul termoelektrik peltier. Mikrokontroler ESP32 digunakan untuk proses data dari input dan mengontrol output sistem. Seluruh proses dan data pengujian ditampilkan pada LCD 20×4 I2C dan aplikasi Blynk sebagai perangkat IoT untuk kontrol dan monitoring sistem jarak jauh. Kendali histerisis menghasilkan respon yang bagus dengan suhu yang dihasilkan tidak terlalu jauh dari nilai *setpoint*. Hasil dari penelitian ini diperoleh suhu *food box* untuk pendingin mencapai 13°C dan untuk pemanas dapat mencapai 60°C. Daya yang digunakan oleh *smart food box* ini dapat mencapai 75 watt. Setelah pendinginan makanan selama 3 hari, hasil yang diperoleh yaitu makanan yang disimpan didalam *food box* lebih terjaga kesegarannya sedangkan makanan yang disimpan pada suhu ruang sudah menurun tingkat kesegarannya dan mengalami proses pembusukan.

ABSTRACT

Food is a basic human need that must be consumed every day. It is important to pay attention to the storage conditions to condition each food to maintain its freshness. Therefore, it is necessary to make an innovation to maintain the condition of food so that it can be kept fresh and can still be consumed even though it is stored for a long period of time. The innovation proposed in this case is a Smart Food Box made using an IoT-based peltier thermoelectric module. This tool can keep food fresh longer using peltier thermoelectric modules. The ESP32 microcontroller is used to process data from inputs and control system outputs. The whole process and test data are displayed on a 20×4 I2C LCD and Blynk application as an IoT device for remote system control and monitoring. Hysteresis control produces a good response with the resulting temperature not too far from the setpoint value. The results of this study obtained the temperature of the food box for cooling reaches 13 °C and for heating can reach 60 °C. The power used by this smart food box can reach 75 watts. After cooling the food for 3 days, the results obtained are that the food stored in the food box is fresher while the food stored at room temperature has decreased its freshness level and experienced the process of decay.

Keywords:

IoT
Hysteresis controller
Smart food box
Peltier thermoelektrik

Penulis Korespondensi:

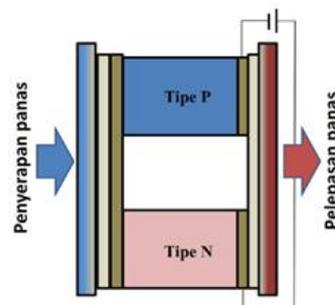
Mas Nurul Achmadiyah, S.ST., M.T,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,



Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Indonesia, Kode Pos. 65141
Email: masnurul@polinema.ac.id
Nomor HP/WA aktif: +62 812-178-070-60

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan pokok manusia terdiri dari sandang, pangan, dan papan. Salah satu contoh kebutuhan pokok manusia yaitu makanan yang dikonsumsi setiap hari. Dengan adanya makanan, manusia dapat memperoleh kebutuhan nutrisi bagi tubuh dan dapat menjadi sumber energi dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Penting untuk diperhatikan bahwa setiap makanan memiliki tingkat kesegaran yang berbeda. Kesegaran makanan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya yaitu cara penyimpanan makanan tersebut. Kotak makanan atau food box dapat digunakan untuk menyimpan makanan tetapi makanan yang disimpan tidak bisa dibiarkan terlalu lama karena akan menyebabkan kesegaran makanan tersebut berkurang [1]. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi food box untuk menyimpan makanan agar kondisi makanan tersebut tetap hangat atau dingin. Termoelektrik adalah proses mengubah perbedaan suhu menjadi energi listrik atau mengubah energi listrik menjadi suhu. Peristiwa ini telah dikembangkan menjadi sebuah modul yang dapat digunakan untuk generator atau digunakan untuk pemanas dan pendingin [2]. Peltier adalah sebuah modul termoelektrik yang dapat menghasilkan dua suhu yaitu suhu panas dan suhu dingin dalam satu komponen [3].



Gambar 1: Termoelektrik peltier

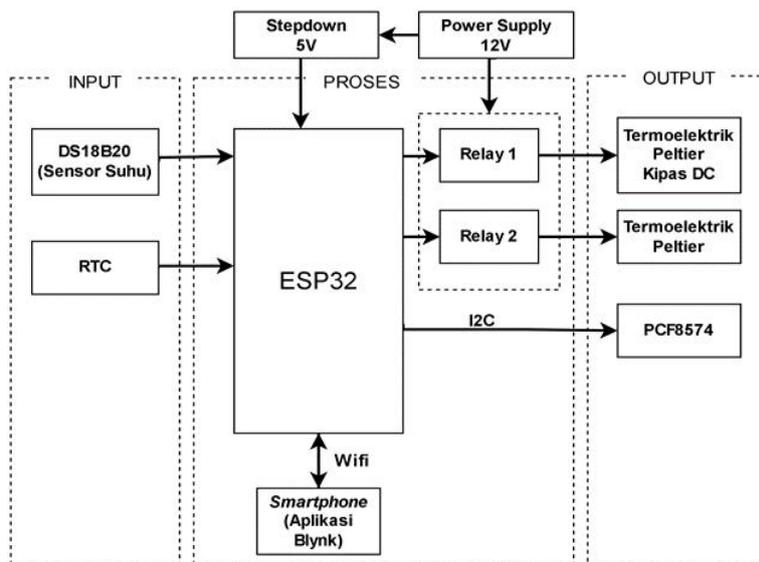
Gambar 1 adalah material penyusun termoelektrik peltier yaitu bahan semikonduktor N-Type dan semikonduktor P-Type. Ketika semikonduktor dari arah N-Type ke arah P-Type diberi arus listrik maka akan terjadi proses penyerapan kalor yang akan menyebabkan sisi menjadi dingin. Sedangkan ketika semikonduktor dari arah P-Type ke arah N-Type diberi arus maka akan terjadi pelepasan kalor yang menyebabkan sisi menjadi panas [4]. Hal inilah yang membuat modul termoelektrik peltier cocok diaplikasikan pada food box.

Pada penelitian sebelumnya, pengaplikasian modul termoelektrik peltier telah banyak dilakukan namun hanya memanfaatkan salah satu sisi saja sebagai pendingin atau sebagai pemanas [5], [6], [7]. Pada penelitian ini, penulis mencoba untuk mengembangkan sistem baru yaitu Smart Food Box dengan memanfaatkan kedua sisi modul termoelektrik peltier sehingga sistem tidak hanya sebagai pendingin tetapi juga sebagai pemanas. Penggunaan perangkat IoT juga diterapkan pada penelitian ini yang dapat diakses menggunakan smartphone sebagai monitoring dan kendali jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk membuat food box yang dapat menjaga kesegaran makanan lebih lama dengan menjaga suhu makanan yang disimpan agar tetap dingin atau tetap hangat menggunakan modul termoelektrik peltier.

2. METODE PENELITIAN

Gambar 2 adalah blok diagram sistem untuk mempermudah pemahaman cara kerja dari alat yang dibuat. Pada blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 2, sistem diberi tegangan input 12V dari *power supply* yang diturunkan menjadi 5V sebagai tegangan input mikrokontroler. Sensor DS18B20 berfungsi untuk membaca suhu dimana data hasil pembacaan suhu digunakan sebagai data input ke mikrokontroler. RTC berfungsi sebagai penampil data sistem waktu pada alat.





Gambar 2: Diagram blok sistem

ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler dan pusat pengendalian sistem. ESP32 juga digunakan untuk perangkat IoT dengan memanfaatkan modul wifi yang tersedia melalui jaringan internet yang dapat diakses menggunakan aplikasi Blynk pada *smartphone*. Output dari relay untuk pendingin diberi beban modul termoelektrik peltier dan kipas DC dan output dari relay untuk pemanas diberi beban modul termoelektrik peltier yang terhubung ke pin NC (*Normaly Close*). Seluruh proses dan status sistem akan ditampilkan pada LCD yang terhubung pada modul PCF8574 sebagai serial komunikasi I2C untuk memudahkan dalam memantau sistem.



Gambar 3: Dashboard aplikasi Blynk

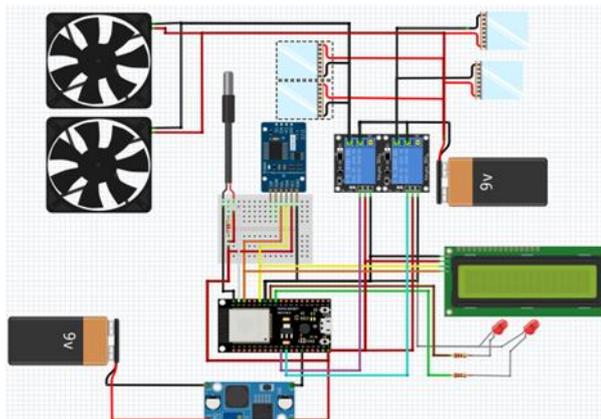
Aplikasi Blynk merupakan sebuah aplikasi yang banyak digunakan untuk perangkat *Internet of Things*. *Internet of Things* adalah jaringan komunikasi di mana alat-alat dan sensor saling berhubungan satu sama lain atau dengan sistem yang lebih besar [8]. Gambar 3 dibawah ini merupakan *dashboard* dari aplikasi Blynk yang digunakan pada penelitian ini. Pada penelitian ini perancangan hardware dibagi menjadi perancangan mekanik dan perancangan elektrik. Mekanik *food box* dibuat menggunakan bahan dasar *styrofoam* dengan ukuran 40cm x 25cm x 30cm dan untuk *box* elektrik menggunakan bahan dasar akrilik tebal 2mm dengan ukuran 25cm x 21cm x 10cm. Berikut adalah desain Gambar *food box*. Pada bagian belakang *food box* diletakkan 2 termoelektrik peltier, heatsink, dan fan DC untuk sistem pendingin. 2 termoelektrik peltier lainnya diletakkan pada dasar *food box* yang disusun paralel untuk sistem pemanas. *Box* elektrik digunakan untuk meletakkan komponen-komponen yang digunakan



sistem. Selanjutnya perancangan elektronik sistem berupa wiring keseluruhan dari komponen yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

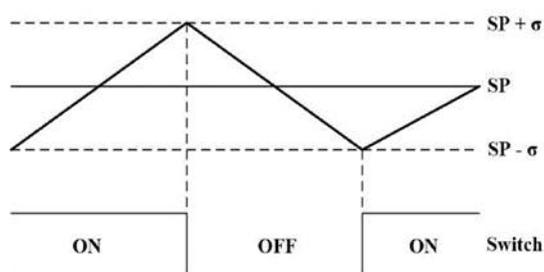


Gambar 4: Desain smart food box



Gambar 5: Wiring sistem keseluruhan

Sistem kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem kendali histerisis. Prinsip kendali histerisis yaitu respon sistem bekerja ketika nilai variabel yang dikendalikan telah mencapai ambang batas yang ditentukan. Besar nilai antara *setpoint* dan ambang batas bawah maupun batas atas merupakan toleransi *error* saat *output* sistem berada pada *setpoint* [9]. Tujuan dari kendali histerisis adalah untuk menghilangkan efek perpindahan saklar yang cepat sehingga dapat mengurangi fluktuasi yang berlebihan pada sistem ketika mencapai nilai *setpoint* [10].



Gambar 6: Grafik kendali histerisis

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 cara kerja kendali histerisis yaitu sistem akan berjalan ketika nilai variabel berada pada batas bawah. Ketika nilai variabel naik hingga mencapai batas atas maka sistem akan *OFF* sampai nilai variabel mencapai nilai batas bawah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengujian kalibrasi sensor, pengujian sistem pendingin, pengujian sistem pemanas, dan pengujian kendali histerisis. Kalibrasi sensor bertujuan untuk



menyesuaikan nilai sensor agar mendekati nilai alat ukur yang sesuai sehingga hasil yang didapatkan sesuai dengan nilai yang diharapkan. Kalibrasi ini dilakukan dengan mengukur suhu air tawar pada satu wadah.

Tabel I: KALIBRASI SENSOR DS18B20

Menit	Suhu		Error
	Sensor (°C)	Termometer (°C)	
0	24,51	24,5	0,04%
5	24,51	24,5	0,04%
10	24,51	24,5	0,04%
15	24,51	24,5	0,04%
20	24,51	24,5	0,04%
25	24,51	24,5	0,04%
30	24,51	24,5	0,04%
35	24,45	24,4	0,20%
40	24,45	24,4	0,20%
45	24,39	24,4	0,04%
Total Error			0,72%
Error rata-rata			0,07%

Berdasarkan Tabel data kalibrasi diatas diperoleh persentase error rata-rata suhu yang dihasilkan adalah 0,07%. Untuk mendapatkan nilai error dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

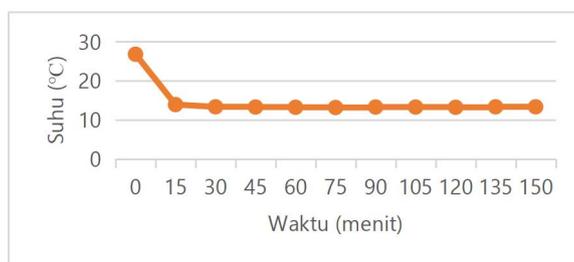
$$Error (\%) = \frac{Nilai\ Sebenarnya - Nilai\ Terukur}{Nilai\ Sebenarnya} \times 100\% \tag{1}$$

$$Error\ rata - rata (\%) = \frac{Jumlah\ Error}{Banyak\ data} \tag{2}$$

Pengujian selanjutnya adalah pengujian pendingin *food box* tanpa diberi beban. Berikut adalah Tabel II yaitu data hasil pengujian pendingin *food box* tanpa beban. Data hasil pengujian pendingin *food box* juga dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 7.

Tabel II: PENDINGIN FOOD BOX

Menit	Suhu DS18B20 (°C)
0	26,76
15	13,89
30	13,32
45	13,26
120	13,2
135	13,32
150	13,32



Gambar 7: Grafik pendingin food box



Berdasarkan data pengujian pendingin *food box* diatas, suhu *food box* tetap stabil pada 13°C selama 150 menit pengujian. Pengujian berikutnya pendingin *food box* dengan diberi beban berupa air mineral 600ml. Pengujian berikutnya adalah pengujian pendingin sayuran segar, buah-buahan segar, dan tempe. Gambar 8, 9 dan 10 adalah hasil perbandingan pengujian pendingin sayuran, buah, dan tempe.



Gambar 8: (a) kubis pada food box, (b) kubis pada suhu ruang



Gambar 9: (a) tempe pada food box, (b) tempe pada suhu ruang



Gambar 10: (a) apel pada food box, (b) apel pada suhu ruang

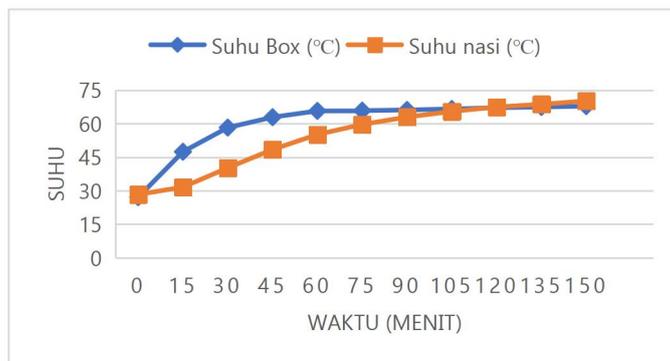
Hasil pengujian pendingin sayuran, buah, dan tempe selama 63 jam menunjukkan objek yang disimpan dingin didalam *food box* lebih terjaga kesegarannya dibandingkan dengan objek yang disimpan pada suhu ruang. Untuk data pengujian pendinginan sayuran, buah, dan tempe dapat dilihat pada Tabel III.

Tabel III. PENDINGIN SAYURAN, BUAH, DAN TEMPE

Waktu (Jam)	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
0	26,58	11,97	6,38	76,37
11	14,39	11,97	6,4	76,61
22	12,07	11,97	6,24	76,69
63	13,95	11,97	6,19	74,1
Daya total				601,15
Daya rata-rata				75,14



Dari Tabel data diatas menunjukkan bahwa penggunaan alat ini memerlukan daya sebesar 75 Watt. Jika dihitung penggunaan daya selama 63 jam pengujian diperoleh daya yang digunakan sebesar 4,725 KWh atau jika dirupiahkan menjadi Rp 6.804,-. Jika dibandingkan dengan kulkas yang memiliki daya 140 Watt dengan jangka waktu pemakaian yang sama maka diperoleh daya yang digunakan sebesar 8,820 KWh atau jika dirupiahkan menjadi Rp 12.700,-. Hal ini berarti penggunaan smart food box dapat menghemat listrik dan biaya hingga hampir 50%. Pengujian pemanas nasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem pemanas dalam memanaskan nasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.

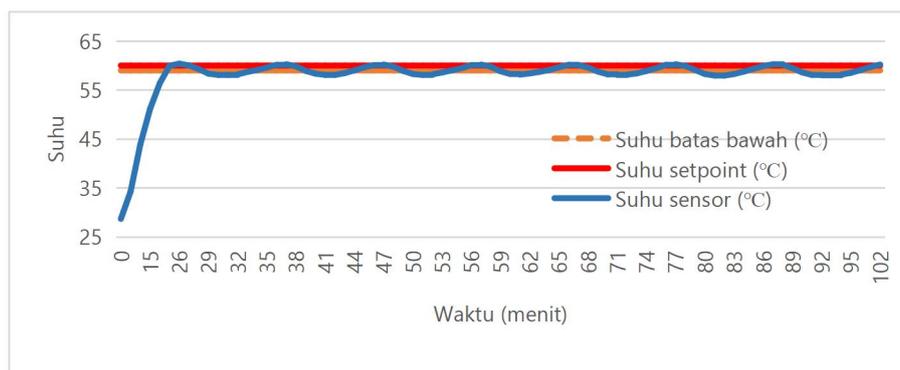


Gambar 11: Grafik pemanas nasi

Pengujian kendali histerisis dilakukan untuk mengetahui respon sistem saat nilai suhu sensor DS18B20 mencapai *setpoint*. *Setpoint* yang ditentukan untuk pemanas yaitu 60°C dengan nilai histerisis sebesar 1°C. Respon sistem terhadap kendali histerisis dibagi menjadi 2, yaitu respon sistem tanpa kendali histerisis dan respon dengan kendali histerisis.



Gambar 12: Respon sistem tanpa kendali histerisis



Gambar 13: Respon sistem dengan kendali histerisis

Berdasarkan grafik pada Gambar 12 dan Gambar 13, kendali histerisis mampu mengendalikan suhu sehingga suhu yang dihasilkan tidak terlalu jauh dari nilai setpoint. Sistem *OFF* saat suhu mencapai nilai setpoint dan *ON* saat suhu telah mencapai batas bawah. Berdasarkan data hasil pengujian, *smart food box* menggunakan modul



termoelektrik peltier mampu menjaga kualitas dan kesegaran makanan. Berbeda dengan penelitian lain yang memanfaatkan modul termoelektrik peltier hanya 1 sisi saja, pada penelitian ini menggunakan kedua sisi modul termoelektrik peltier sehingga dapat digunakan untuk pendingin dan pemanas. *Smart food box* ini juga dapat dikendalikan dan dimonitor menggunakan aplikasi Blynk melalui *smartphone* dengan koneksi jaringan internet.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan *smart food box* menggunakan modul termoelektrik peltier berhasil dibuat. Penerapan aplikasi Blynk untuk IoT telah berfungsi dengan baik. Sistem pendingin dan pemanas dapat menjaga kesegaran dan kualitas makanan lebih lama. Sistem kendali histerisis yang digunakan pada alat bekerja dengan baik dan mampu mengendalikan suhu berada pada sekitar nilai setpoint.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Wahyuni, "Perancangan Smart Food Box Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier Tec1-12706 Berbasis Mikrokontroler," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. Fak. Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 408–408, 2019.
- [2] A. Aziz, J. Subroto, and V. Silpana, "Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman," *Technology*, pp. 1–7, 2015.
- [3] D. A. Artha and Habibullah, "Perancangan Generator Thermoelectric Untuk Charger Smartphone Menggunakan Peltier," *J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 288–297, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.250.
- [4] S. Suminto and A. Setiawan, "PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN OBAT RAMAH LINGKUNGAN," *Epic J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 3, no. 2, p. 130, Mar. 2021, doi: 10.32493/epic.v3i2.7419.
- [5] W. Indrawan dan Suryono Suryono, "SISTEM PENDINGIN MENGGUNAKAN THERMO-ELECTRIC COOLER DENGAN KONTROLER PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE," 2019.
- [6] M. Zola, L. Cahyadi, and T. Alamsyah, "Cooler Box Dengan Thermoelectric Cooler Dengan," *Politeknologi*, vol. 17, no. 2, pp. 145–154, 2018.
- [7] M. Termoelektrik, "Box penghangat makanan pendamping air susu ibu menggunakan termoelektrik," vol. VIII, no. 1, pp. 69–74, 2021.
- [8] Y. Hendrian, R. Ali, and A. Rais, "Perancangan Alat Ukur Suhu Tubuh dan Hand Sanitizer Otomatis Berbasis IOT." [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech33>
- [9] A. Alawiah and A. Rafi Al Tahtawi, "Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik," *KOPERTIP J. Ilm. Manaj. Inform. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–30, 2017, doi: 10.32485/kopertip.v1i1.7.
- [10] I. G. S. Widharma, "Sensor Ultrasonik dalam Water Level Controller," *Politek. Negeri Bali 2020*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2020.

