

# Prototipe Alat Monitoring Suhu dan Sistem Kontrol pada Trainer Refrigerasi Berbasis Raspberry Pi 3 B+

## *Temperature Monitoring and Control System Prototype on Raspberry Pi 3 B+ Based Refrigeration Trainer*

<sup>1</sup>Muhammad Arman\*), <sup>1</sup>Wirenda Sekar Ayu, <sup>1</sup>Sugiyarto, <sup>1</sup>Pratikto, <sup>1</sup>Kamal Amrizal Hakim,  
<sup>1</sup>Dinara Safina Sandra, <sup>1</sup>Eliana Syarif

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

\*) [akangarman@polban.ac.id](mailto:akangarman@polban.ac.id)

### Abstrak

*Trainer* refrigerasi merupakan model kerja dari sistem refrigerasi nyata yang ditujukan untuk menunjang pembelajaran mahasiswa dalam karakterisasi sistem refrigerasi. Suhu merupakan salah satu variabel utama dalam sistem refrigerasi. Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk monitoring suhu pada *trainer* refrigerasi, salah satunya dengan mengimplementasikan alat monitoring suhu dan sistem kontrol berbasis *Raspberry Pi 3 B+*. Penelitian ini menggunakan sensor DS18B20 dan mikroprosesor *Raspberry Pi 3 B+* untuk monitoring suhu pada beberapa titik pengukuran di *trainer* refrigerasi. Sistem monitoring suhu pada penelitian ini memiliki berbagai fitur seperti pemantauan suhu, kontrol *on/off fan* dan kompresor, penyimpanan data secara *online* maupun *offline*, dan kontrol dari jarak jauh. Hasil pengujian prototipe selama 4 jam terlihat stabil tanpa adanya kenaikan ataupun penurunan nilai suhu secara tiba-tiba pada seluruh parameter titik pengukuran. Selain itu, nilai persentase *error* sebesar kurang dari 10% untuk pengukuran suhu di hampir seluruh titik pengukuran menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 yang digunakan memberikan nilai akurasi terbaik dan dianggap memadai untuk prototipe ini.

**Kata Kunci:** *Monitoring Suhu, Sistem Kontrol, Trainer Refrigerasi, Raspberry Pi.*

### Abstract

A refrigeration trainer is a working model of an existing system intended to support student learning in the characterization of refrigeration systems, especially their temperature profile. There are many ways to monitor temperature in refrigeration trainers, such as by implementing a temperature monitoring and control system based on *Raspberry Pi 3 B+*. This project uses the DS18B20 sensor and *Raspberry Pi 3 B+* microprocessor. This system has various features such as temperature monitoring, *on/off control* for fans and compressors, *online* and *offline* data storage, and remote control. After 4 hours of testing, the prototype looked stable without any sudden increase or decrease in temperature values for all measurement point parameters. In addition, the error percentage value which is less than 10% shows that the DS18B20 temperature sensor used provides the best accuracy value and is considered adequate for this prototype.

**Keywords:** *Temperature Monitoring, Control System, Refrigeration Trainer, Raspberry Pi.*

Makalah diterima 28 Juli 2023 – makalah direvisi 19 Januari 2024 – disetujui 9 Februari 2024

Karya ini adalah naskah akses terbuka dengan lisensi [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



### Pendahuluan

*Trainer* refrigerasi dirancang sebagai alat bantu mengajar mengenai model kerja pada sistem refrigerasi yang sebenarnya. *Trainer* refrigerasi yang dimiliki jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Polban digunakan untuk keperluan praktik mata kuliah Instalasi Sistem Refrigerasi (ISR), pada semester 3 untuk mahasiswa D3. Komponen penting dalam *trainer* ini adalah *condensing unit* (dengan kompresor dan kondensor), pipa kapiler sebagai pengatur laju aliran, serta evaporator. *Trainer* ini juga dilengkapi dengan komponen tambahan kelistrikan (*voltmeter*, *amperemeter*), lampu indikator, *pressure gauge*, dan *high low pressure* (HLP) controller.

Salah satu hal penting dalam penggunaan *trainer* refrigerasi adalah pemantauan suhu yang mana nantinya akan digunakan untuk mengetahui nilai suhu yang dicapai pada titik tertentu di *trainer* refrigerasi [8]. Pada *trainer* refrigerasi, kompresor bisa saja didapati bekerja terlalu berat yang menyebabkan kompresor menjadi rusak, sehingga kompresor perlu dimatikan jika suhu sudah dirasa melebihi nilai yang sewajarnya. Selain itu pada pipa *suction* seringkali didapatkan cairan yang menetes dikarenakan terjadinya proses kondensasi, maka diperlukan juga *fan* untuk mengatasi cairan yang menetes tersebut. Oleh karena itu, alat *monitoring*

suhu dan sistem kontrol pada *trainer* refrigerasi ini harus dapat memantau suhu pada titik-titik yang diperlukan, dan juga mengontrol kompresor serta *fan*.

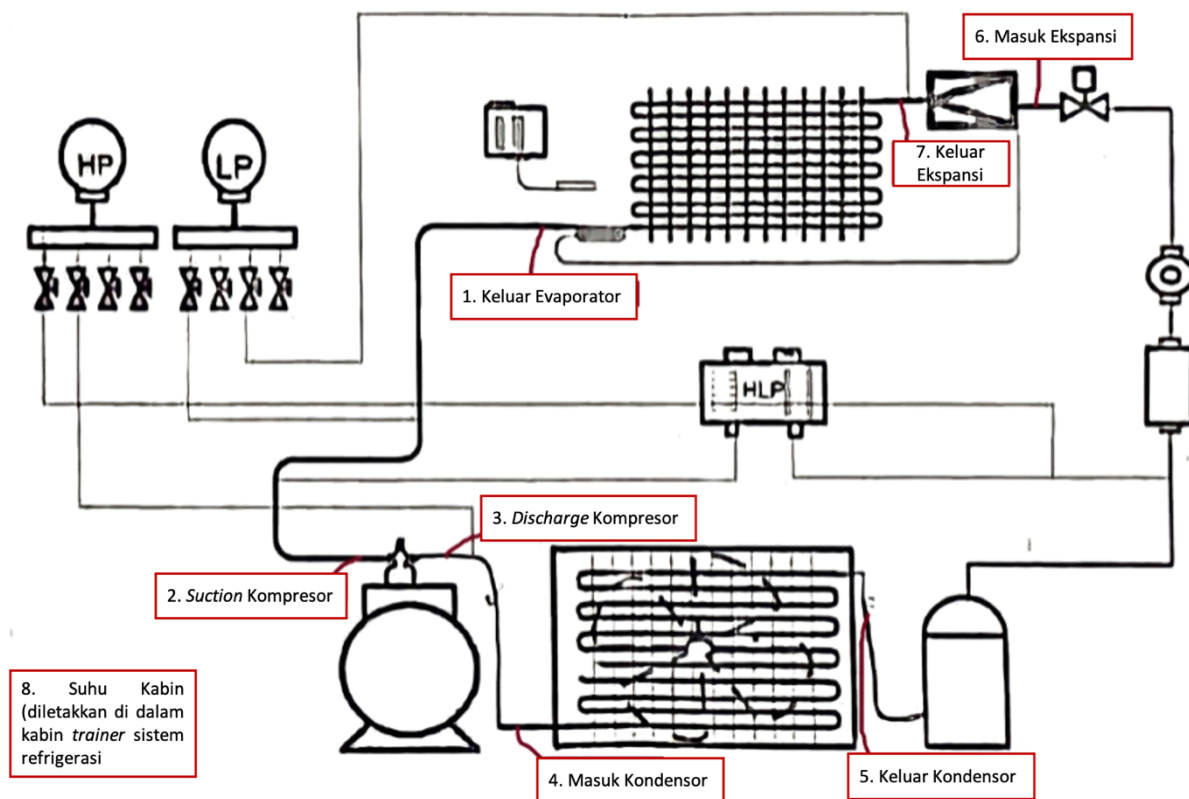
Selama ini proses pengujian dan *monitoring trainer* refrigerasi masih dilakukan secara manual. Sehingga data pengukuran kinerja sistem refrigerasi pada *trainer* belum diperoleh secara optimal. Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan, maka dapat disimpulkan bahwa alat *monitoring* suhu dan sistem kontrol diperlukan pada *trainer* refrigerasi. Pemanfaatan Raspberry Pi untuk proses *monitoring* sistem secara *real time* telah banyak diimplementasikan dan dianggap efektif dalam mencapai kinerja sistem menjadi lebih efektif dan efisien [1], [2], [3], [4], [5], [10], [11], [12], [13]. Sehingga sistem *monitoring trainer* refrigerasi secara *online* dapat menjadi salah satu solusi guna meningkatkan efektivitas sistem dalam pengambilan data. Prototipe ini diharapkan menjadi solusi untuk membantu dalam pemantauan dan kontrol pada *trainer* refrigerasi.

## Metode

### 1 Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras, digunakan sensor DS18B20 yang merupakan salah satu jenis sensor suhu digital yang dapat mengukur suhu dengan akurasi baik dan dapat diandalkan [6]. Sensor ini menggunakan *interface serial one-wire* untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler atau komputer, dan hanya memerlukan satu jalur koneksi untuk mentransfer data dan memberikan daya [14]. Sensor DS18B20 memiliki resolusi pengukuran suhu yang tinggi, yaitu hingga 12 bit, sehingga dapat mengukur suhu dalam kisaran  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada kisaran suhu yang luas. *Trainer* sistem refrigerasi kompresi uap dengan sejumlah titik ukurnya ditampilkan secara skematik pada Gambar 1. Adapun titik ukur suhu dalam sistem ini yaitu:

1. Suhu keluar evaporator
2. Suhu masuk (*suction*) kompresor
3. Suhu keluar (*discharge*) kompresor
4. Suhu masuk kondensor
5. Suhu keluar kondensor
6. Suhu masuk ekspansi/kapiler
7. Suhu keluar ekspansi/masuk evaporator
8. Suhu kabin



Gambar 1. Skematik *trainer* refrigerasi dan titik ukur sensor

Fan 220V

Relay untuk *on/off* kompresor  
dihubungkan pada *switch* agar dapat dikontrol melalui prototype ini

8 sensor DS18B20  
ditempatkan di 8 titik pengukuran pada *trainer*

Display 7" Raspberry Pi

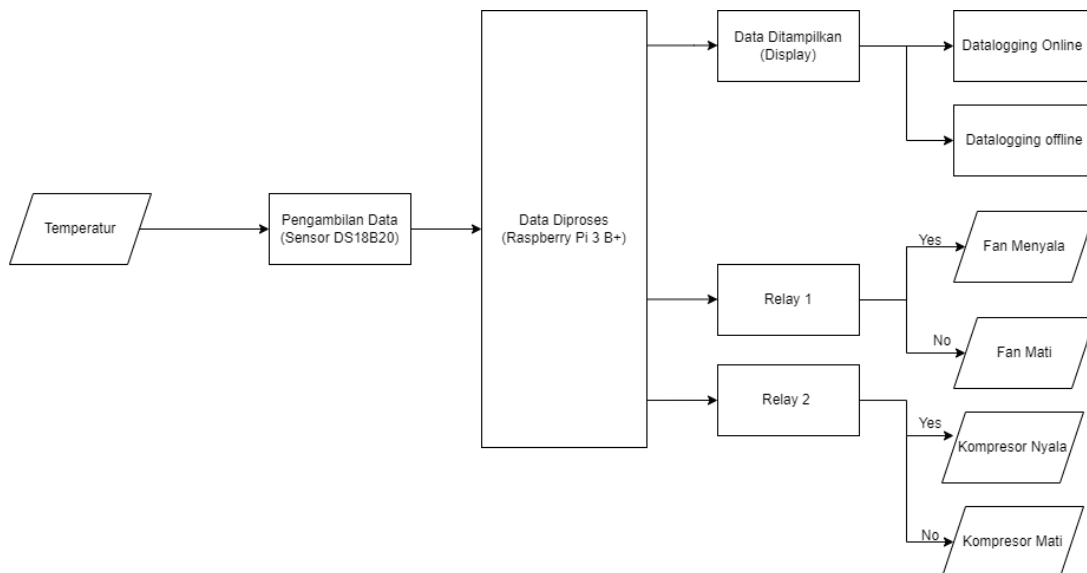
Asumsi: Note ini adalah display 7" Rpi, karena tidak ada komponen tersebut di fritzing maupun library raspberry.

Sambungan pada display  
 Merah = VCC (5V)  
 Kuning = SDA (GPIO2)  
 Orange = SCL (GPIO3)  
 Hitam = GND

3

## 2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada prototipe ini terdiri dari blok kontroler dan tampilan *display*. Hasil pembacaan sensor suhu di beberapa titik akan diolah oleh kontroler, yang kemudian ditampilkan bersamaan dengan status kontrol setiap komponen refrigerasi pada 7" *display* Raspberry Pi [7]. Selain itu, data hasil pembacaan suhu inipun dapat dikirimkan ke *website* dan aplikasi yang digunakan sebagai *display monitoring* jarak jauh. Diagram alir algoritma perangkat lunak prototipe ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir algoritma perangkat lunak prototipe

## Hasil & Diskusi

### 1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

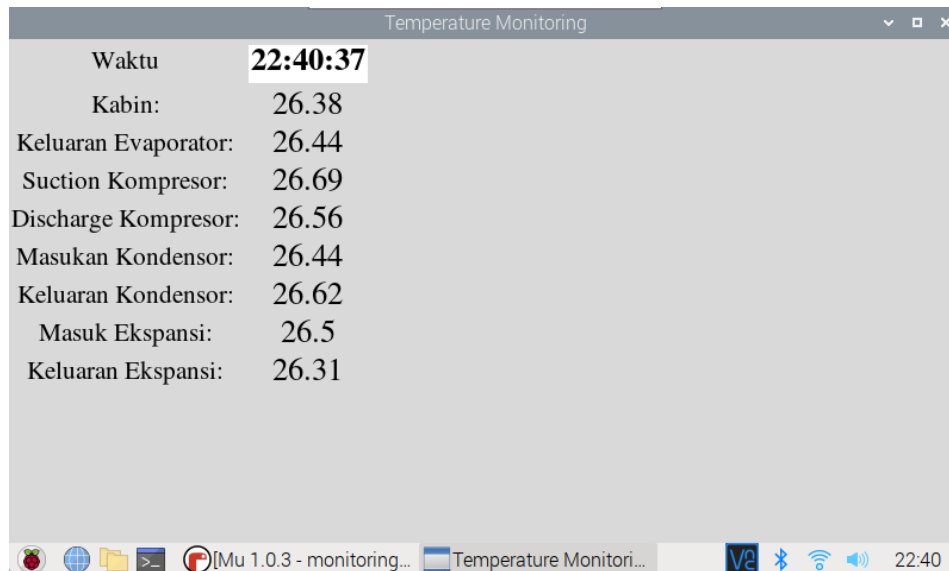
Perangkat keras sistem *monitoring* suhu *trainer* refrigerasi berbasis Raspberry Pi dikemas dengan menggunakan *casing* berbahan akrilik untuk melindungi *hardware* pada bagian dalam *casing*. Penggunaan *casing* juga bertujuan untuk memperindah tampilan dan memudahkan ketika ingin dipindahkan [9]. Hasil perancangan perangkat keras sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan fisik perangkat keras prototipe

## 2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Data hasil pengukuran suhu pada setiap titik pengukuran di trainer refrigerasi ditampilkan pada aplikasi khusus yang telah dirancang guna memudahkan pengguna dalam melakukan *monitoring* suhu *trainer* refrigerasi. Seluruh data hasil pengukuran suhu ini dapat pula disimpan dalam format file .xlsx. Hasil perancangan perangkat lunak untuk *monitoring* suhu *trainer* refrigerasi ditunjukkan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan perangkat lunak *monitoring* suhu *trainer* refrigerasi

Selain *monitoring*, pada aplikasi ini pun memungkinkan pengguna untuk mengontrol kondisi *fan* dan kompresor pada *trainer* refrigerasi. Kontrol kompresor bertujuan untuk menyalakan atau mematikan kompresor jika dirasa temperatur sudah melebihi batas maksimum suhu yang diharapkan. Sedangkan kontrol *fan* bertujuan untuk menyalakan atau mematikan *fan*. Penggunaan *fan* ini untuk menghilangkan tetesan air pada pipa *suction* yang mudah membeku. Tampilan aplikasi untuk mengontrol *fan* dan kompresor ditunjukkan pada Gambar 7.

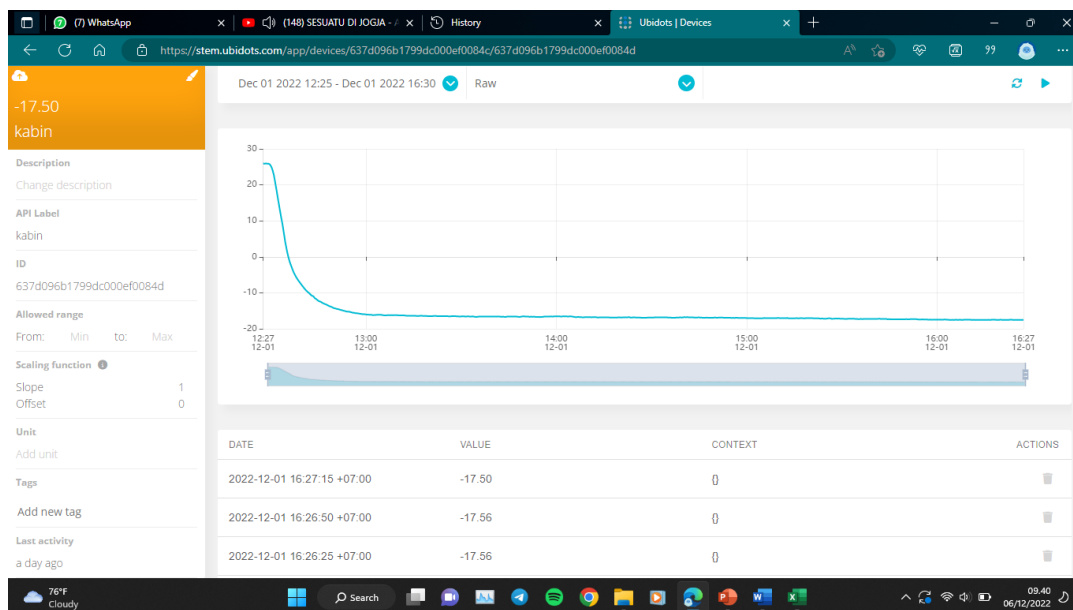


Gambar 7. Tampilan perangkat lunak untuk kontrol *fan* dan kompresor

Hasil *monitoring* temperatur *trainer* refrigerasi dapat pula diakses meski pengguna tidak berada di dekat alat *monitoring temperature* melalui website Ubidots. Pada website ini data yang diterima dapat ditampilkan berupa grafik seperti pada Gambar 8 di bawah ini. Kemudian untuk melakukan kontrol sistem secara keseluruhan dari jarak jauh, dapat menggunakan aplikasi *smartphone* RaspController, atau bisa juga melalui website remote.it untuk *address* yang kemudian dapat digunakan pada VNC Viewer dari jarak manapun.



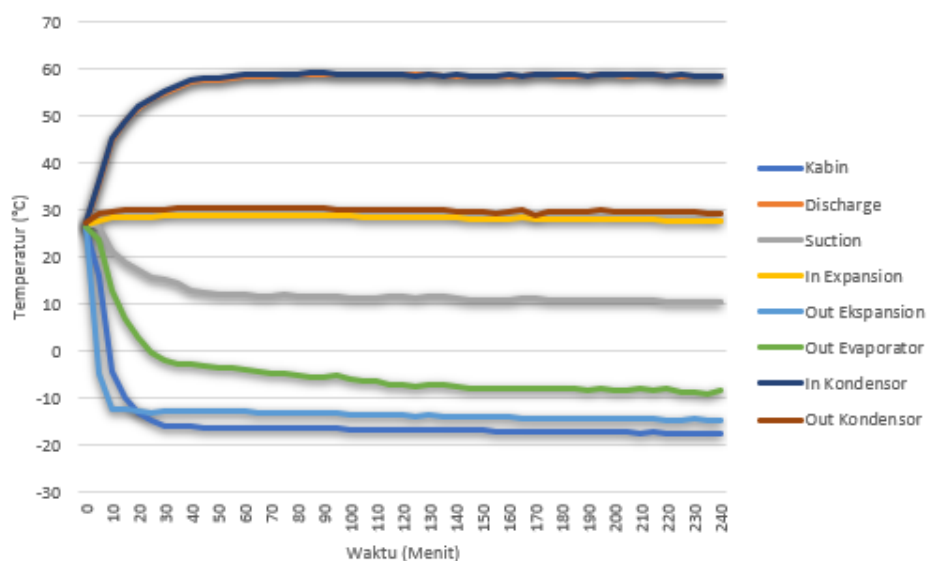
Website dan aplikasi yang telah dijelaskan seluruhnya bisa diakses pada *smartphone* maupun *personal computer*, terkecuali untuk RaspController yang hanya dapat digunakan pada *smartphone*.



Gambar 8. Tampilan *monitoring* suhu *trainer* refrigerasi melalui website Ubidots

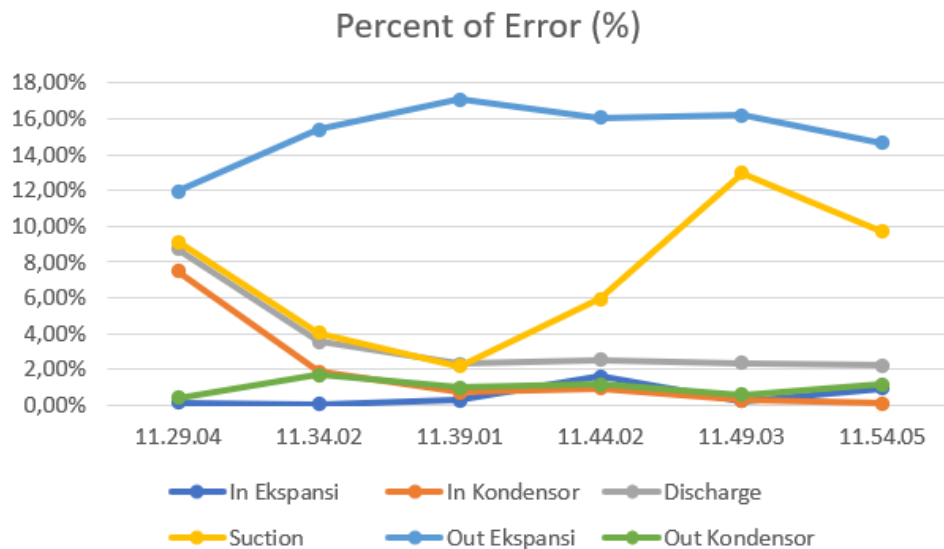
### 3 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan selama 4 jam dengan mengambil data suhu pada seluruh titik pengukuran di *trainer* refrigerasi seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil pengujian sistem

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa waktu transien setiap titik pengukuran yang berbeda-beda menunjukkan adanya proses pengoperasian sistem refrigerasi yang bersifat sekuensial. Adapun nilai suhu setiap titik pengukuran setelah masa transien yang ditunjukkan pada gambar telah relatif stabil dengan toleransi variasi suhu sekitar  $\pm 0,5$  °C. Nilai toleransi ini telah sesuai dengan spesifikasi sensor suhu DS18B20 yang digunakan. Sementara itu guna melihat keakuratan sensor DS18B20 yang digunakan, maka pada pengujian dilakukan pula perbandingan data suhu yang diperoleh saat diukur menggunakan sensor DS18B20 dengan termometer digital [15]. Persentase selisih (*error*) pengukuran dari keduanya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hasil selisih pengukuran sensor dengan termometer digital

Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20 dengan *thermometer digital* terlihat bahwa masih adanya perbedaan hingga mencapai 17% untuk pengukuran suhu keluar ekspansi. Hal ini dapat terjadi karena pemasangan sensor yang tidak terisolasi secara sempurna sehingga nilai suhu yang terbaca telah tercampur dengan suhu lingkungan. Selain itu, persentase *error* yang cukup tinggi ini dapat pula disebabkan karena adanya gangguan jaringan pada saat pengiriman data sensor secara *online*, sehingga data suhu yang terbaca tidak bersifat *real time*. Analisis terkait gangguan jaringan (*delay komunikasi*) pada pengiriman data secara *online* akan dibahas lebih detail pada publikasi terpisah. Sementara itu, persentase *error* untuk pembacaan sensor suhu DS18B20 di titik pengukuran yang lainnya terbilang cukup rendah yakni di bawah 10%. Solusi lain yang dapat ditawarkan di penelitian selanjutnya guna meminimalisir nilai persentase *error* pengukuran ini yaitu dengan melakukan pemodelan *error* secara matematis yang dapat dianalisis lebih lanjut guna menghasilkan suatu nilai faktor koreksi agar hasil pengukuran menjadi lebih akurat.

## Kesimpulan

Prototipe alat *monitoring* suhu dan sistem kontrol pada *trainer* refrigerasi berhasil dibuat dengan kendali Raspberry Pi 3 B+ dan sensor suhu DS18B20. Prototipe ini dapat mengukur suhu di 8 titik pengukuran dan berhasil mengirimkannya secara paralel untuk ditampilkan pada *display* raspberry dan *website* sebagai *display monitoring* jarak jauh. Hasil pengujian prototipe selama 4 jam terlihat stabil tanpa adanya kenaikan ataupun penurunan nilai suhu secara tiba-tiba pada seluruh parameter titik pengukuran. Sehingga dapat dikatakan bahwa kontinuitas alat prototipe ini cukup baik. Selain itu, nilai persentase *error* sebesar kurang dari 10% untuk pengukuran suhu di hampir seluruh titik pengukuran menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 yang digunakan memberikan nilai akurasi terbaik dan dianggap memadai untuk prototipe ini.

## Ucapan Terima kasih

Penelitian ini terwujud dengan dukungan dana dari Politeknik Negeri Bandung pada hibah Penelitian Terapan no. B/92.45/PL1.R7/PG.00.03/2023.

## Referensi

- [1] D. Wijaya, U. Nurhasan, and M. A. Barata, "Implementasi Raspberry Pi Untuk Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Ruang Server dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Triangle Face," *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 1, pp. 9–16, 2017, doi: [10.33795/jip.v4i1.138](https://doi.org/10.33795/jip.v4i1.138).
- [2] R. Wijaya, V. Christian, Y. S. Yuwananda, and I. Alexander, "Temperature and humidity monitoring system in server room using raspberry Pi," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 10, pp. 3075–3078, 2019. Available: <https://www.ijstr.org/final-print/oct2019/Temperature-And-Humidity-Monitoring-System-In-Server-Room-Using-Raspberry-Pi.pdf>.

- [3] S. P. Sheshank Reddy Y, S. E. Saif, and M. Joseph Assistant Professor, "The Real Time Temperature Sensing using Raspberry Pi," *IJIRST –International J. Innov. Res. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 12, pp. 232–237, 2015, [Online]. Available: <https://www.ijirst.org/articles/IJIRSTV1I12069.pdf>.
- [4] F. Maulana and N. S. Widodo, "Alat Pengecek Sampah Pendaki Gunung Berbasis Raspberry Pi 3 dan Barcode Scanner," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 41–50, 2022, doi: [10.12928/biste.v4i1.4293](https://doi.org/10.12928/biste.v4i1.4293).
- [5] D. Lestari, "Sistem Deteksi Banjir Dan Pintu Air Otomatis Menggunakan Raspberry Pi 3 Berbasis Website," *Info. Tek. Jar (Jurnal Nasional Informasi dan Teknologi Jaringan)* 4(2) pp. 251-252, November 2022, doi: [10.30743/infotekjar.v4i2.2286](https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i2.2286).
- [6] E. A. Prastyo, "Sensor Suhu DS18B20," 2020. [Online]. Available: <https://www.edukasielatronika.com/2020/09/sensor-suhu-ds18b20.html>.
- [7] M. Riadi, "Raspberry Pi (Definisi, Fungsi, Jenis, Spesifikasi dan Pemrograman)," *kajianpustaka.com*, 17 Desember 2020. [Online]. Available: <https://www.kajianpustaka.com/2020/12/Raspberry-Pi.html>.
- [8] M. Pur, "Arti Suhu (Temperatur)," 4 Februari 2021. [Online]. Available: <https://www.freedomiana.id/arti-suhu-temperatur/>.
- [9] G. Antero, A. Rasyid, and M. D. Atmadja, "Analisis Kinerja Wireless Access Point Menggunakan Wifi Monitoring Tools Berbasis Raspberry Pi 3," *J. Jartel J. Jar. Telekomun.*, vol. 11, no. 4, pp. 167–174, 2021, doi: [10.33795/jartel.v11i4.245](https://doi.org/10.33795/jartel.v11i4.245).
- [10] N. Bafdal, I. Ardiansah, and S. Asmara, "Application of Internet of Things (IoT) on Microclimate Monitoring System in The ALG Unpad Greenhouse Based on Raspberry Pi," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 11, no. 3, p. 518, 2022, doi: [10.23960/jtep-l.v11i3.518-530](https://doi.org/10.23960/jtep-l.v11i3.518-530).
- [11] Z. Sopian et al., "Aquatic Life Monitoring Using Raspberry-Pi in Internet of Things (IoT)," *Conference: IEEE Symposium on Future Telecommunication Technologies (SOFTT)*, January, pp. 90–96, 2023, doi: [10.1109/SOFTT56880.2022.10010015](https://doi.org/10.1109/SOFTT56880.2022.10010015).
- [12] J. Ivković and B. Radulović, "The Advantages of Using Raspberry Pi 3 Compared to Raspberry Pi 2 SoC Computers for Sensor System Support," *Conference: International conference on Applied Internet and Information Technologies*, June 2016, pp. 88–94, 2016, doi: [10.20544/aiit2016.12](https://doi.org/10.20544/aiit2016.12).
- [13] Nayyar and V. Puri, "Raspberry Pi-A Small, Powerful, Cost Effective and Efficient Form Factor Computer: A Review," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, vol. 5, no. December 2015, pp. 720–737, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/305668622>.
- [14] M. Fezari and A. Al Dahoud, "Exploring One-wire Temperature sensor 'DS18B20' with Microcontrollers," *Univ. Al-Zaytoonah Fac. IT*, no. February, pp. 1–9, 2019, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/330854061>.
- [15] Elyounsi and A. N. Kalashnikov, "Evaluating Suitability of a DS18B20 Temperature Sensor for Use in an Accurate Air Temperature Distribution Measurement Network †," *Eng. Proc.*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: [10.3390/ecsa-8-11277](https://doi.org/10.3390/ecsa-8-11277).