

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA DATA LOGGER SUHU BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO SEBAGAI SARANA PRAKTIKUM DI LABORATORIUM REKAYASA PANGAN

*Design and Performance Test of a Temperature Data Logger Based on an Arduino UNO
Microcontroller as a Practical Tool in a Food Engineering Laboratory*

Angga Herviona Ikhwanudin^{1*}, Jefry Oktanuriawan²

¹Teknologi Rekayasa Pangan, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

²Komputasi, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

email: angga_herviona@polije.ac.id

Received: 20 November 2023 | Accepted: 25 Desember 2023 | published: 25 Januari 2024

ABSTRAK

Data Logger suhu merupakan alat ukur suhu yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan menyimpan suhu secara otomatis. Laboratorium rekayasa pangan belum mempunyai data logger suhu untuk digunakan dalam praktikum dan penelitian. Penulis merancang dan membuat data logger suhu menggunakan arduino UNO sebagai sistem kontrol, RTC DS1302 sebagai pengatur waktu, micro SD adapter sebagai penyimpanan data, max6675 dan termokopel tipe K sebagai pembaca suhu, dan LCD I2C sebagai display data suhu. Prototype yang berhasil dibuat yaitu sebanyak 4 buah dengan tingkat akurasi prototype 1 sebesar 98,26 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,6537x + 12,652$; prototype 2 sebesar 99,72% dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,9869x + 2,0096$; prototype 3 sebesar 99,08 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,6661x + 11,613$; dan prototype 4 sebesar 99,78 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 1,0073x + 3,8485$. Keempat prototype ini juga telah berhasil dalam membaca dan menyimpan suhu di 4 titik pada proses pengeringan jahe menggunakan mesin pengering tipe hybrid.

Kata Kunci : Arduino; Data Logger Suhu; Jahe ;Kalibrasi

ABSTRACT

A temperature data logger is a temperature measuring tool that can be used to measure temperature and store temperature automatically. Food engineering laboratories do not yet have temperature data loggers for use in practicums and research. The author designed and made a temperature data logger using Arduino UNO as a control system, RTC DS1302 as a timer, micro SD adapter as data storage, Max6675 and type K thermocouple as a temperature reader, and LCD I2C as a temperature data display. There were 4 prototypes that were successfully made with an accuracy level for prototype 1 of 98.26% with a calibration formula of $y = 0.6537x + 12.652$; prototype 2 was 99.72% with the calibration formula, namely $y = 0.9869x + 2.0096$; prototype 3 was 99.08% with the calibration formula, namely $y = 0.6661x + 11.613$; and prototype 4 was 99.78% with the calibration formula, namely $y = 1.0073x + 3.8485$. These four prototypes have also succeeded in reading and storing temperatures at 4 points in the ginger drying process using a hybrid type drying machine.

Keywords: Arduino; Calibration; Ginger; Temperature Data Logger

1. PENDAHULUAN

Suhu merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kinerja alat maupun proses pengolahan berbagai macam produk. Alat ukur suhu memiliki beragam jenis diantaranya termometer air raksa, termometer digital infra merah, termokopel, termometer bulat, dan lain sebagainya. Di dalam mesin distilator akuades yang dirancang

oleh penulis, memiliki salah satu unsur pengukur suhu di dalamnya. Alat ukur tersebut terletak di kolom distilasi, yaitu termometer bulat yang berfungsi untuk mengetahui suhu yang ada di dalam kolom distilasi dengan merk Wipro dan memiliki range pengukuran $0^{\circ} - 200^{\circ}$ C. Selain itu juga terdapat panel thermostat yang memiliki termokopel yang terhubung ke dalam kolom distilasi yang

berfungsi sebagai pengatur suhu.(Ikhwanudin et al., 2020)

Penulis melakukan optimalisasi kinerja mesin distilator dengan meningkatkan kinerja kondensor. Salah satu parameter uji kinerja mesin tersebut adalah dengan mengukur suhu di 3 titik yaitu di kolom distilasi, di bak pendingin, dan di wadah penampung air distilat. Pengukuran suhu ini masih menggunakan sistem manual sehingga penulis harus mencatat suhu setiap 5 menit sekali.

Prosedur pengukuran suhu yang digunakan yaitu dengan memasukkan thermometer digital ke dalam bak pendingin dan wadah penampung air. Kemudian dilakukan pengamatan suhu pada thermometer kolom distilasi, bak pendingin, dan wadah penampung air distilat setiap 5 menit sekali.(Ikhwanudin et al., 2022)

Penulis pernah merancang model kit data logger suhu berbasis mikrokontroler arduino UNO yang menggunakan sensor DHT11 sebagai sensor suhu, RTC DS1302 sebagai pencatat waktu, dan micro SD adapter sebagai penyimpanan data. Model kit ini mampu mencatat suhu secara otomatis dan disimpan di dalam micro SD card, sehingga pengguna tidak perlu membaca suhu setiap 5 menit sekali. Pengguna cukup membuka file yang tersimpan di dalam micro SD supaya data suhu yang terbaca dapat diolah dan dianalisa. Model kit ini dapat diadopsi untuk membuat data logger suhu yang ingin penulis buat dengan range ukur suhu yang lebih tinggi.(Ikhwanudin et al., 2023)

Laboratorium rekayasa pangan memiliki berbagai mesin pengolahan yang menggunakan pengeringan, pemanasan, dan pendinginan di dalamnya. Penelitian maupun praktikum yang dilakukan memerlukan data suhu di beberapa titik dan perlu dilakukan pengamatan setiap waktu tertentu sekali. Laboratorium rekayasa pangan belum memiliki alat ukur suhu yang mampu menyimpan data secara otomatis, sehingga untuk pengamatan suhu masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian yaitu dengan merancang data logger suhu berbasis mikrokontroler arduino UNO yang mampu mengukur suhu hingga 400⁰ C di Laboratorium Rekayasa Pangan. Penelitian ini dilakukan

secara mandiri di Laboratorium Rekayasa Pangan, kemudian prototype yang sudah jadi dilakukan uji kinerja untuk mengetahui performa alat saat digunakan untuk praktikum maupun penelitian.

2. METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan berbagai kombinasi alat dan bahan untuk dapat menghasilkan data logger suhu yang diinginkan. Rincian detail dan spesifikasi alat dan bahan yang diperlukan sebagai berikut:

1. Arduino UNO R3

Arduino UNO merupakan mikrokontroler dengan prosesor ATmega328P yang mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*), biasanya digunakan untuk memprogram suatu sistem dengan bahasa C dengan menggunakan software pemrograman Arduino IDE. (Dahlan, 2017)



Gambar 1. Arduino UNO R3

2. RTC DS1302

Modul RTC DS1302 atau sering disebut modul waktu terkini adalah modul yang digunakan untuk membaca waktu terkini. Modul ini menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Modul ini dapat digunakan untuk memberikan informasi waktu saat pembacaan suhu.(Khatib & Dalam, 2022)



Gambar 2. Modul RTC DS 1302

3. Micro SD Adapter

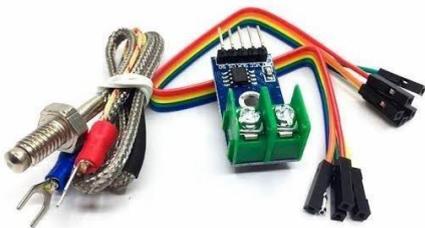
Modul micro SD adapter merupakan modul yang berfungsi sebagai pembaca kartu micro SD, melalui sistem file dan SPI antar muka driver, MCU berfungsi melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu micro SD. (Lutfiyana et al., 2017)



Gambar 3. Micro SD Adapter

4. Modul MAX6675

Modul max6675 dengan sensor termokopel type K merupakan sensor suhu yang terbagi menjadi dua komponen yang berbeda tapi merupakan satu kesatuan, dimana modul max 6675 merupakan rangkaian untuk merubah hasil keluaran termokopel yang kemudian akan keluar dalam bentuk data serial (SPI), sedang termokopel merupakan elemen logam yang akan mengeluarkan tegangan dengan besaran yang berbeda sesuai dengan suhu disekitar temokopel. (Aswardi et al., 2019)



Gambar 4. Max6675 dan temokopel Tipe K

5. LCD I2C 16 x 2

LCD 16 x 2 merupakan modul penampil data yang mempergunakan Kristal cair sebagai bahan untuk penampil data yang

berupa tulisan maupun gambar. Pengapilkasian pada kehidupan sehari-hari yang mudah dijumpai antara lain pada kalkulator, gamebot, televise, atau pun layar computer. Modul ini terdiri dari 16 kolom dan 12 baris, dilengkapi dengan backlight, dan mempunyai 192 karakter tersimpan.(Pambudi & Sutanta, 2014)



Gambar 5. LCD I2C 16 x2

6. Kaca Akrilik 2 mm

Kaca akrilik dengan tebal 2 mm digunakan untuk membuat box tempat rangkaian data logger suhu berada. Kaca akrilik dirangkai menggunakan lem G dan lem tembak.

7. Obeng

Obeng digunakan untuk merangkai kaca akrilik dan merangkai data logger suhu yang menggunakan sekrup dan baut. Selain itu digunakan untuk mengatur sensitivitas dari LCD I2C 16 x2.

8. Mesin pengering type hybrid

Mesin pengering type hybrid digunakan untuk melakukan uji kinerja data logger suhu yang telah dibuat. Mesin akan digunakan untuk mengeringkan jahe menggunakan sinar matahari.(Nasional et al., 2021)

9. Baterai dan box baterai 9V

Baterai 9 V digunakan sebagai sumber energy untuk menghidupkan data logger suhu yang telah dibuat.

10. Jahe

Jahe digunakan sebagai bahan yang akan dikeringkan dan diamati suhunya menggunakan data logger suhu yang telah dibuat.

11. Mesin Slicer

Mesin slice digunakan untuk memotong jahe yang akan dikeringkan menjadi irisan kecil sehingga dapat cepat kering.

12. Nampan Stainless Steel

Nampan stainless steel digunakan untuk wadah penampung jahe yang telah diiris tipis dan diletakkan di mesin pengering.

2.2 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan. Metode penelitian merupakan metode yang digunakan untuk meneliti, merancang, memproduksi, dan menguji validitas produk yang telah dihasilkan. Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan untuk membuat produk yang belum ada dan dibutuhkan dalam kegiatan tridharma laboratorium teknologi rekayasa pangan. Penelitian ini menghasilkan produk data logger suhu yang akan digunakan untuk pengukuran suhu saat praktikum maupun penelitian.

2.1.1 Pengumpulan Data dan Informasi

Pengumpulan data dan informasi dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara dan studi literatur. Tahapan teknik wawancara dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai prinsip kerja data logger suhu yang efektif dan efisien supaya kinerja data logger suhu dapat optimal dan menghasilkan pengukuran suhu yang valid dan akurat. Wawancara dilakukan kepada dosen dan teknisi lab jurusan teknik politeknik negeri jember. Tahapan studi literatur dimaksudkan

untuk memperoleh informasi mengenai rancangan data logger suhu dan spesifikasi suhu yang dibutuhkan.

2.1.2 Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat terdiri dari pembuatan rangkaian prototype, pembuatan program, dan pembuatan wadah serta pemasangan komponen ke wadah. Pada pembuatan rangkaian prototype menggunakan kabel jumper dan project board serta laptop dan kabel USB sebagai sumber energy awal. Pembuatan program menggunakan software arduino IDE dan kabel USB untuk melakukan upload program ke arduino UNO. Pembuatan wadah dan pemasangan komponen menggunakan lem G dan lem tembak serta gerinda listrik untuk merapihkan dan menempelkan komponen ke wadahnya.

2.1.3 Uji Kinerja Alat

Uji kinerja perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan data logger suhu. Uji kinerja yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

- Kalibrasi alat
- Uji lapangan

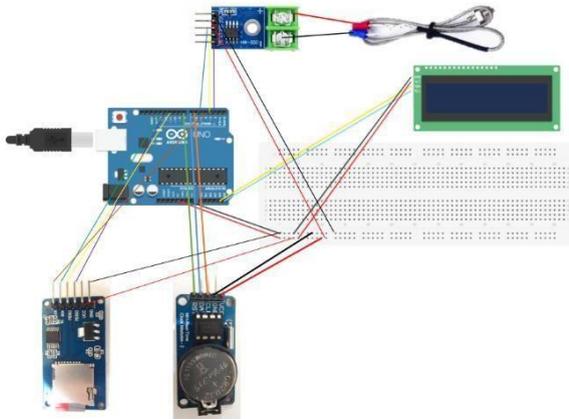
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penulis merancang alat data logger suhu menggunakan berbagai macam komponen elektronika dan menggunakan bahasa pemrograman C untuk sistem perangkat lunaknya. Alat ini mampu untuk mengukur suhu dan menyimpan datanya di dalam micro SD. Prototype yang digubut sejumlah 4 unit dengan tiap unitnya mampu membaca 1 titik objek pengamatan. Untuk lebih detailnya akan dijelaskan di bawah ini.

3.1. Rangkaian prototype data logger suhu

Untuk membuat data logger suhu dibutuhkan beberapa alat dan bahan yaitu

arduino UNO, laptop, software arduino IDE, kabel jumper male to male, kabel jumper male to female, kabel USB type A to type B, Project board, box baterai dan jack konektor, baterai 9V, micro SD adapter, micro SD card 8 GB, Modul RTC DS1302, Modul max6675 dan termokopel type K, serta LCD I2C 16 x 2. Rangkaian prototype dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6. Rangkaian prototype data logger suhu

3.2. Program arduino IDE

Untuk menjalankan rangkaian prototype diatas maka diperlukan program yang diupload ke arduino UNO. Program ini dibuat di software arduino IDE, sebelum menulis program, ada beberapa *library* yang perlu diupdate di software arduino IDE. Library tersebut yaitu library max6675, library liquid crystal I2C, dan library virtuabotixRTC. Program yang dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

```
#include max6675.h
#include liquidCrystal_I2C.h
#include <virtuabotixRTC.h>

virtuabotixRTC myRTC(6, 7, 8); //CLK, DAT, RST
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>

int sck = 5;
int cs = 3;
int so = 2;

File myFile;

MAX6675 suhu(sck,cs,so);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

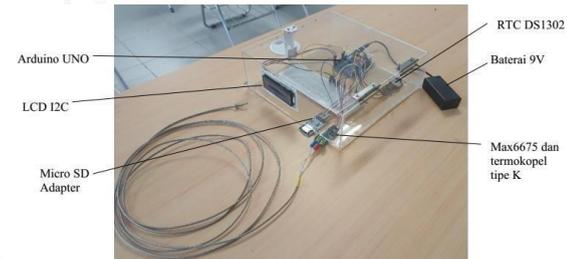
void setup(){
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Data Logger Starting . . . !");
  myRTC.setDS1302Time(00, 52, 9, 5, 25, 8, 2023);
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Membuka Micro SD . . .");
  delay(1000);
  if (!SD.begin(4)) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Gagal Membuka Micro SD!");
    return;
  }
  lcd.print("Berhasil Membuka Micro SD");
  delay(1000);
}

void loop(){
  myRTC.updateTime();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(myRTC.hours);
  lcd.print(myRTC.minutes);
  lcd.print(myRTC.seconds);
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(suhu.readCelsius());
  delay(1000);
  myFile = SD.open("logger.txt", FILE_WRITE);
  if (myFile) {
    myFile.print("Waktu : ");
    myFile.print(myRTC.hours); //menampilkan jam
    myFile.print(":");
    myFile.print(myRTC.minutes); //menampilkan menit
    myFile.print(" ");
    myFile.print(myRTC.seconds); //menampilkan detik
    myFile.print("Suhu : ");
    myFile.print(suhu.readCelsius());
    myFile.close();
  }
  else {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("gagal membuka teks.txt");
    delay(2000);
  }
}
```

Gambar 7. Program data logger suhu

3.3. Pembuatan Wadah

Wadah komponen diperlukan untuk melindungi komponen dari kerusakan dan memudahkan pengguna dalam penggunaannya. Wadah komponen dibuat dari kaca akrilik dengan tebal 2 mm. prototype dengan wadah komponen yang sudah jadi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



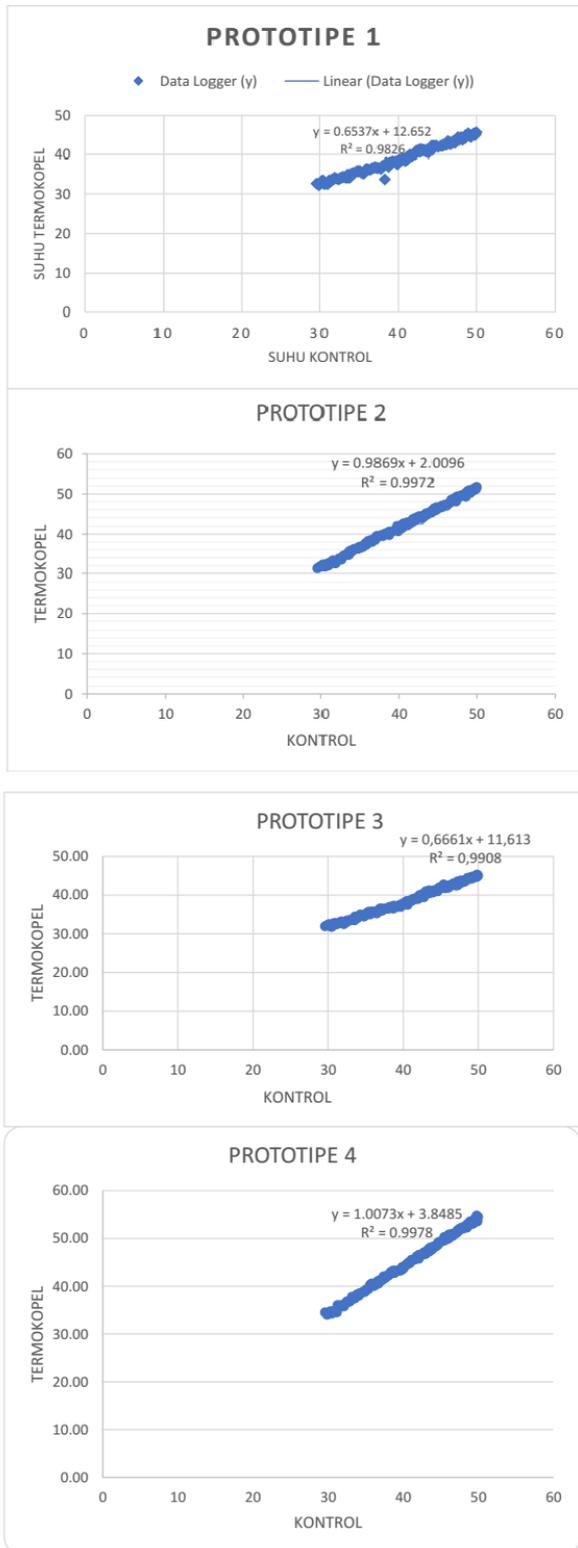
Gambar 8. Prototype Data Logger suhu

3.4. Uji Kinerja

3.4.1. Kalibrasi Alat

Kalibrasi data logger dilakukan dengan membaca suhu air yang dipanaskan menggunakan hotplate hingga suhu air mencapai 50⁰ C. probe termokopel keempat prototype dan thermometer yang menjadi acuan diletakkan dalam posisi kedalaman yang sama di dalam air yang akan diukur suhunya. Suhu yang terbaca di thermometer acuan digunakan sebagai control (sumbu x) dan suhu yang terbaca di termokopel sebagai suhu yang terbaca (sumbu y). pembacaan suhu dilakukan sampai suhu 50⁰ C dan membutuhkan waktu

selama 592 detik dari suhu awal 29,6⁰ C. Hasil kalibrasi suhu dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 9. Grafik kalibrasi 4 prototipe data logger suhu

Berdasarkan hasil kalibrasi suhu dapat disimpulkan bahwa akurasi pengukuran dari 4 prototipe diatas 95% yaitu untuk prototype 1 sebesar 98,26 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,6537x + 12,652$; prototype 2 sebesar 99,72% dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,9869x + 2,0096$; prototype 3 sebesar 99,08 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,6661x + 11,613$; dan prototype 4 sebesar 99,78 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 1,0073x + 3,8485$. *R-Square* adalah ukuran proporsi variasi nilai variable yang dipengaruhi (endogen) yang dapat dijelaskan oleh variable yang mempengaruhinya (eksogen). Ini berguna untuk memprediksi apakah model baik / buruk. Kriteria dari *R-square* adalah: (1) jika nilai $R^2 = 0.75$ maka model adalah substansial (kuat); (2) jika $R^2 = 0.50$ maka model adalah *moderate* (sedang); (3) jika $R^2 = 0.25$ maka model adalah lemah (buruk). (Sitorus, 2021)

3.4.2. Pengujian di Lapangan

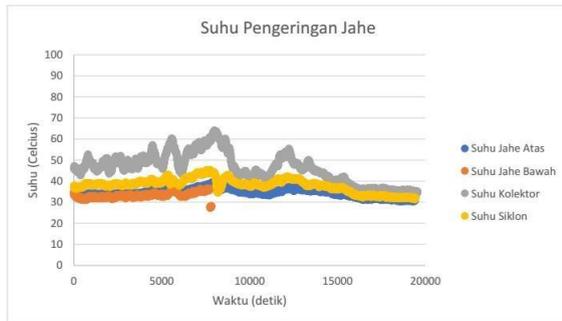
Setelah dilakukan kalibrasi, keempat data logger suhu ini kemudian diuji kinerjanya di lapangan untuk mengukur suhu pengeringan jahe selama 4 jam. 4 titik yang diukur suhunya yaitu suhu kolektor matahari, suhu out di siklon, suhu jahe atas, dan suhu jahe bawah. Dokumentasi uji di lapangan dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 10. Uji Lapangan

Dari hasil percobaan diatas didapatkan data suhu 4 titik dari 4 data logger suhu yang

telah dibuat. Data logger suhu mampu membaca suhu dan menyimpan suhu dengan baik. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 11. Suhu Pengeringan Jahe

Berdasarkan data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa data logger dapat terbaca dan tersimpan dengan baik dalam membaca suhu pengeringan jahe menggunakan mesin pengering tipe hybrid. Data logger yang membaca di titik jahe bawah mengalami kendala di detik ke 7832, dimana setelah detik tersebut data logger tidak lagi menyimpan data. Hal ini terjadi karena jack konektor

baterai ke arduino putus sehingga sumber energy ke arduino hilang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa keempat prototype data logger suhu dapat berfungsi dengan baik dalam membaca suhu dan menyimpan data suhu. Prototype data logger suhu 1 memiliki tingkat akurasi sebesar 98,26 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,6537x + 12,652$; prototype 2 sebesar 99,72% dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,9869x + 2,0096$; prototype 3 sebesar 99,08 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 0,6661x + 11,613$; dan prototype 4 sebesar 99,78 % dengan rumus kalibrasi yaitu $y = 1,0073x + 3,8485$. Data logger suhu dapat digunakan untuk mengukur suhu di 4 titik pengukuran untuk proses pengeringan jahe menggunakan mesin pengering hybrid. Data logger ini dapat mengukur suhu setiap 4 detik sekali dan interval waktu pengukuran dapat diubah sewaktu-waktu sesuai kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswardi, A., Candra, O., & Saputra, Z. (2019). Sistem Pemanas Logam dengan Induction Heater Berbasis Atmega32. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 151. <https://doi.org/10.24036/jtev.v5i1.1.106361>
- Dahlan, B. Bin. (2017). Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 282–289. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.158.282-289>
- Ikhwanudin, A. H., Narendro, M. P., & Widadi, N. (2020). Rancang Bangun Alat Destilasi Sederhana Untuk Memenuhi Kebutuhan Akuades Di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. *Pengabdian Masyarakat: Poljie Proceedings Series*, 4(1), 284–290. <https://proceedings.polije.ac.id/index.php/ppm/article/view/79>
- Ikhwanudin, A. H., Narendro, M. P., & Widadi, N. (2022). Optimalisasi Kondensor dan Otomasi Kontrol Mesin Distilator Sederhana Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.25047/plp.v1i1.2984>
- Ikhwanudin, A. H., Narendro, M. P., & Widadi, N. (2023). Rancang Bangun Model Kit Mikrokontroler Berbasis Arduino UNO untuk Praktikum Otomasi dan Pengendalian Otomatis di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.25047/plp.v2i1.3630>
- Khatib, J., & Dalam, S. (2022). *Indonesian Journal of Computer Science*. 11(1), 619–625.
- Lutfiyana, Hudallah, N., & Suryanto, A. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah , Kelembaban Tanah, dan Resistansi. *Teknik Elektro*, 9(2), 80–86.
- Nasional, S., Riset, T., & No, X. X. (2021). *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) ke-VII*. 294–302.
- Pambudi, P. E., & Sutanta, E. (2014). Identifikasi Daging Segar Menggunakan Sensor Warna RGB TCS 3200-DB. *Jurnal TECHNOSCIENTIA, IST AKPRIND Yogyakarta*, 6(2), 177–184. <http://technoscience.akprind.ac.id/>
- Sitorus, T. S. (2021). *Pengaruh Motivasi Kerja dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Dengan Disiplin Kerja Sebagai Variabel Intervening*. 841–856.