

Pengembangan alat monitoring suhu multisensor berbasis mikrokontroler

Rustam Efendi*, Arjal Tando, Welly Liku Padang, Mulhin Aries, Herlina

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara
Jl. Kapten Piere Tendean No. 109 A, Baruga, Kendari, Sulawesi Tenggara, 93121
Email korespondensi: *rustamefendi032@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sebuah prototipe data logger suhu berbasis Arduino Mega 2560 yang menggunakan satu sensor Adafruit MCP9808 dan lima amplifier termokopel Adafruit MAX31856. Desain data logger ini memungkinkan pengukuran suhu dalam berbagai aplikasi, dengan fokus pada pemantauan suhu ruangan. Prototipe ini dapat digunakan dalam praktikum, penelitian, dan aplikasi industri yang memerlukan pemantauan suhu yang akurat. Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun dan menguji secara langsung pengukuran suhu di ruangan.. Hasil pengukuran suhu ruangan menunjukkan suhu sekitar 29 °C. Secara umum tidak ada perbedaan signifikan dari hasil pengukuran.

Kata kunci: Adafruit MCP9808, Adafruit MAX31856, data logger, suhu.

Abstract

This study used five Adafruit MAX31856 thermocouple amplifiers and one Adafruit MCP9808 sensor to create a prototype temperature data recorder based on the Arduino Mega 2560. This data logger's architecture makes temperature measurement possible for a range of uses, with room temperature monitoring being the primary application. This prototype can be applied in research, laboratory studies, and industrial settings where precise temperature monitoring is necessary. By using a design and construct methodology, the study tested temperature readings in a room directly. An average temperature of about 29 °C was found in the room temperature measurements. The measurement results did not differ much overall.

Keywords: Adafruit MCP9808, Adafruit MAX31856, data logger, temperature.

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan data *logger* dalam dunia pendidikan maupun penelitian khususnya di bidang teknik mesin yang berkaitan dengan perpindahan panas (konveksi, konduksi, radiasi). Data *logger* yang dibutuhkan adalah data *logger* dengan sensor suhu. Hanya saja biaya pengadaan data *logger* masih menjadi kendala karena biaya yang dibutuhkan sangat tinggi. Arduino merupakan mikrokontroler berbasis *open-source* dan dapat dikembangkan menjadi data *logger* layaknya data *logger* komersial. Perangkat yang dibutuhkan dalam membuat data *logger* di antaranya modul RTC, modul SD Card, SD Card, sensor suhu, *display* LCD maupun OLED. Efendi *et al* [1] merancang bangun data logger suhu dengan menggunakan Arduino Mega 2560. Perangkat yang digunakan adalah modul data logger *shield* (modul RTC dan modul SD Card menyatu), SD Card 32GB V-Gen dan satu unit modul Adafruit MAX31856 sebagai penguat sinyal termokopel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran suhu stabil dan kontinyu disajikan pada layar komputer. Rancang bangun data *logger* dengan berbasis mikrokontroler (Arduino Mega 2560) juga dilakukan oleh Joni and Efendi [2]. Hasil penelitian yang dilakukan pada objek air panas dari dispenser (dilakukan pada air yang telah dipanaskan) dan air yang dipanaskan di kompor (diukur sejak awal air direbus).

Secara tren didapatkan dari sepuluh sensor termokopel tipe K dengan penguat sinyal modul Adafruit MAX31856 memiliki tren yang stabil antara termokopel 1 hingga termokopel 10. Hasil pengukuran suhu air pun dilakukan analisis statistik ANOVA menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan. Analisis statistik sederhana dengan model regresi linier yang dilakukan oleh Efendi *et al* [3] pun memperlihatkan kestabilan dan kemampuan serta kemiripan hasil pengukuran pada sepuluh modul MAX31856, nilai koefisien determinasi (R^2) yang didapatkan berkisar antara 0,9999 hingga 1.

Beberapa penelitian yang menggunakan sensor suhu Adafruit MCP9808 di antaranya Martinos and Martinos [4] merancang sensor suhu digital berbasis Arduino, Daskalos *et al* [5] memonitoring pasien covid-19, Ioannou *et al* [6] merancang stasiun cuaca berbasis IoT. Sementara penggunaan modul Adafruit MAX31856 sebagai penguat sinyal sensor termokopel digunakan untuk mengukur suhu pada berbagai bidang penelitian di antaranya Fetene [7] mengontrol suhu gas menggunakan termokopel tipe K dengan set-point 200°C, Holck and Hornborg [8] mengembangkan alat *wireless* untuk mengukur suhu pada industri otomotif menggunakan termokopel tipe K. Rata-rata eror yang didapatkan adalah di bawah 1 dengan nilai tertinggi 0,88. Aliabadi *et al* [9]

mengukur suhu kanyon dengan menggunakan sensor termokopel tipe T. Cantoni *et al* [10] meneliti mengenai *microfluid chip carrier*, suhunya diukur menggunakan termokopel tipe K. Fan *et al* [11] melakukan penelitian terkait dampak perlakuan panas pada paduan baja karbon suhu diukur menggunakan termokopel tipe K (suhu tempering 400°C hingga 700°C).

Berdasarkan penelitian terdahulu lebih menfokuskan pada sensor *multichannel* dan tidak membandingkan dengan sensor suhu tipe yang lain. Pada penelitian ini rancang bangun data logger dilakukan dengan lima modul Adafruit MAX31856 dan Adafruit MCP9808 (dari produk yang sama yakni produk Adafruit). Meskipun secara peruntukan Adafruit MCP9808 memiliki rentang pembacaan -40°C hingga 125°C dan tidak anti air (*not waterproof*) atau dalam hal ini pengukuran suhu hanya dapat dilakukan pada lingkungan kering [12], tetapi bisa langsung mengukur objek karena memang sudah sensor. Berbeda halnya dengan modul Adafruit MAX31856 (bukan sensor secara langsung) membutuhkan sensor termokopel, tapi pembacaan suhu bisa di lingkungan basah atau pun kering dan memiliki kemampuan pembacaan sampai suhu ribuan (-210°C to +1800°C bergantung tipe termokopel yang digunakan) [13].

2. Metode

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat laptop ASUS K43SJ dengan spesifikasi Processor Core i3 generasi 2, RAM DDR 3 12GB, SSD Toshiba 256GB, Nvidia Geforce GT 520M 1GB, Windows 11 dan *software* Arduino

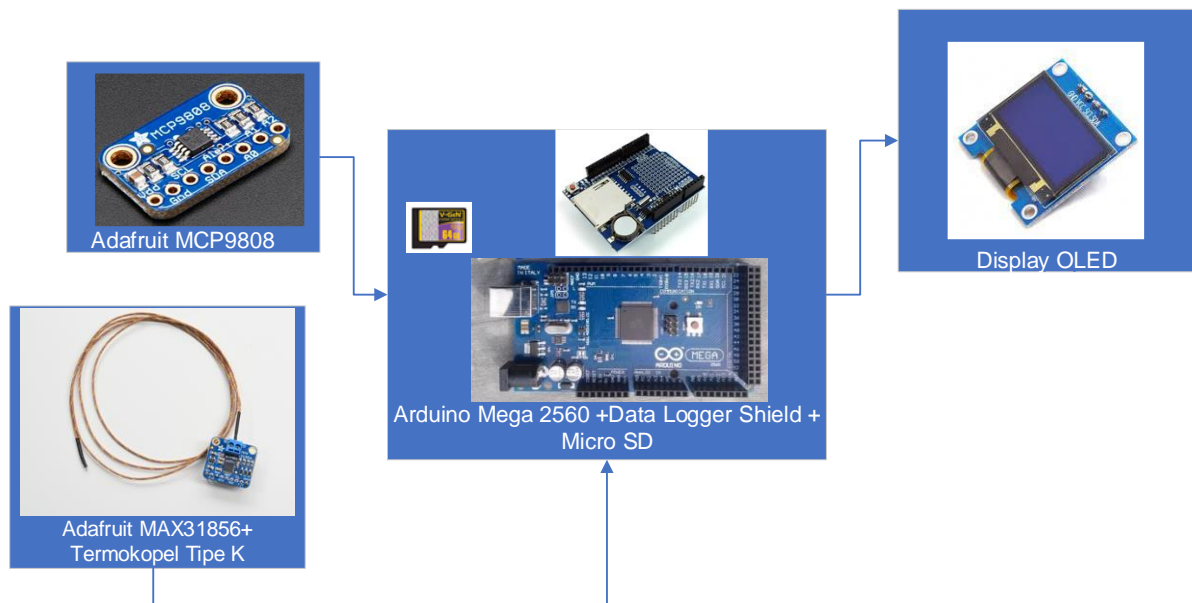
IDE 2.0.2. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah satu buah Arduino Mega 2560, lima buah penguat sinyal termokopel Adafruit MAX31856, satu buah sensor Adafruit MCP9808, Adaptor USB V-Gen 5V, *Data logger shield* + Micro SD V-Gen 32GB, kabel jumper, LCD OLED 0.96 dan box panel. Skema data logger disajikan pada Gambar 1.

Perakitan

Pemasangan data *logger shield* dibutuhkan modifikasi karena data *logger shield* yang digunakan adalah data *logger shield* untuk Arduino UNO. Modifikasi posisi pin merujuk pada penelitian merujuk pada Joni and Efendi [14]. Sensor Adafruit MAX31856 memiliki lima pin (SCK, SDO, SDI, dan CS) yang dihubungkan ke pin digital Arduino. Sedangkan untuk pin 3Vo dan GND dihubungkan pin 3V dan GND Arduino. Untuk sensor Adafruit Adafruit MCP9808 memiliki 7 pin (VDD, GND, SCL, SDA, A0, A1, dan A2), pin yang dihubungkan hanya 4 (VDD, GND, SCL, SDA) ke Arduino UNO (5V, GND, SCL, dan SDA). *Display OLED* 0.96 memiliki empat pin (VCC, GND, SCL, dan SDA), keempat pin dihubungkan ke Arduino.

Pembuatan Kode

Kode dibuat di aplikasi Arduino IDE 2.0.2 dengan menggunakan bahan C++. *Library* yang dibutuhkan dalam hal ini adalah *Library* untuk modul RTC, modul SD Card, Adafruit MAX31856, dan Adafruit MCP9808. Semua *Library* diunduh dan digabungkan serta dimodifikasi menjadi sebuah kode data *logger* yang dapat dijalankan.



Gambar 1. Skema data logger multisensor

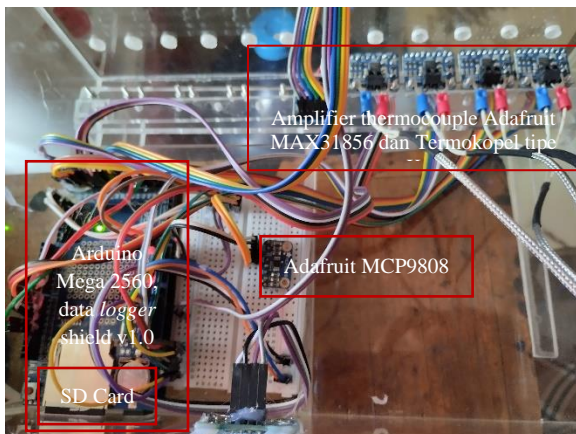
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah prototipe data *logger* suhu berbasis Arduino Mega 2560 yang

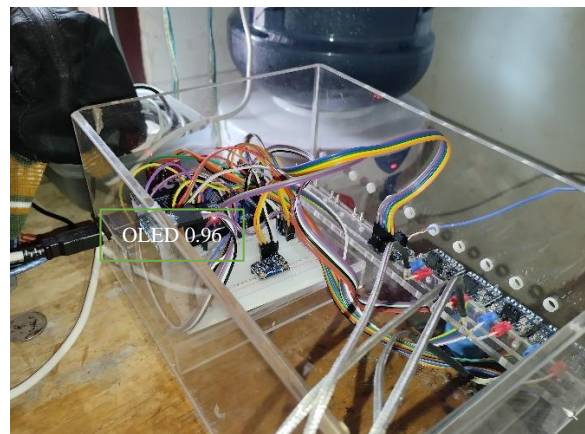
memanfaatkan satu sensor Adafruit MCP9808 dan lima *amplifier thermocouple* Adafruit MAX31856. Desain data *logger* ini terlihat pada Gambar 2, di mana prototipe tersebut terdiri dari komponen-komponen utama seperti Arduino Mega 2560, *amplifier thermocouple* Adafruit MAX31856, sensor Adafruit MCP9808, OLED 0.96 sebagai layar untuk memantau suhu secara *real-time*, data *logger shield v 1.0* (RTC dan Modul SD Card), Micro SD VGen 32GB untuk penyimpanan data, serta kabel USB sebagai sumber daya dan transfer kode ke Arduino. OLED 0.96 berfungsi sebagai tampilan pengukuran suhu yang memungkinkan pemantauan data setiap saat.

Prototipe data *logger* suhu ini memiliki banyak potensi aplikasi, terutama dalam konteks praktikum yang berkaitan dengan perpindahan panas atau penelitian dalam berbagai bidang. Data *logger* ini dapat digunakan untuk mengukur dan merekam data suhu dengan tingkat akurasi yang baik, sehingga dapat memberikan hasil yang andal dalam eksperimen dan penelitian. Selain itu, penelitian ini juga memvalidasi bahwa *amplifier thermocouple* MAX31856 dan sensor MCP9808 memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Ini membuktikan bahwa sensor suhu MCP9808 dapat memberikan pengukuran suhu yang akurat dalam berbagai kondisi, sementara *amplifier termokopel* MAX31856 dapat mengkonversi sinyal termokopel menjadi data suhu dengan tingkat akurasi yang baik. Hasil ini mengonfirmasi bahwa prototipe data *logger* ini dapat diandalkan untuk pengukuran suhu yang tepat dan dapat dipercaya dalam berbagai aplikasi penelitian dan praktikum yang memerlukan pemantauan suhu yang akurat. Dengan demikian, prototipe ini memiliki potensi untuk menjadi alat yang sangat berguna dalam eksperimen dan penelitian

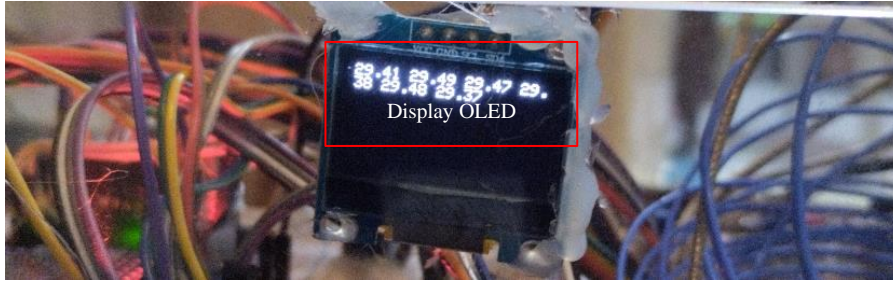
ilmiah. Suhu yang diukur pada penelitian ini adalah suhu ruangan, sebagaimana yang disajikan pada Gambar 2c dan Gambar 3 terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil pengukuran suhu ruangan yang telah dilakukan. Termokopel (TC1, TC2, TC3, TC4, dan TC5) dimulai dari kiri ke kanan dan Adafruit MCP9808 berada pada bagian paling kanan sebelum waktu (Gambar 3). Format rekaman ke *micro-SD* adalah bentuk file *.txt*, data tersebut diolah dengan cara disalin ke *Microsoft Excel* untuk diolah lebih lanjut. Data yang disalin tidak perlu lagi diubah dengan perubahan yang banyak, cukup menambahkan nama seperti TC1 dan seterusnya. Hal ini sangat memudahkan bagi pengguna dalam melakukan analisis data yang telah diperoleh. Hasil pengukuran juga divisualisasikan dalam bentuk grafik, di mana tidak terlihat perbedaan yang signifikan (Gambar 4). Desain data *logger* ini juga menjadi alternatif bagi peneliti yang memiliki keterbatasan dalam pengadaan data *logger* standar hasil pabrikan. *Amplifier thermocouple* dan sensor suhu yang digunakan pada pengembangan data *logger* ini adalah perangkat keras yang memiliki kualitas terbaik di antara perangkat keras di pasaran, memang secara harga dibandingkan dengan sensor pada umumnya di pasaran cukup tinggi. Akan tetapi bila dibandingkan data *logger* pabrikan, tentunya jauh lebih terjangkau. Menurut Holck and Hornborg [8], eror rerata tertinggi *amplifier thermocouple* Adafruit MAX31856 sebesar 0,88°C dengan suhu set -40 hingga 125°C. Joni and Efendi [2] juga mendesain 10 channel menggunakan *amplifier thermocouple* Adafruit MAX31856. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan, hal tersebut dibuktikan dengan visualisasi grafik dan uji statistik ANOVA. Hal ini menunjukkan bahwa *amplifier thermocouple* Adafruit MAX31856 memiliki tingkat akurasi yang tinggi.



a



b

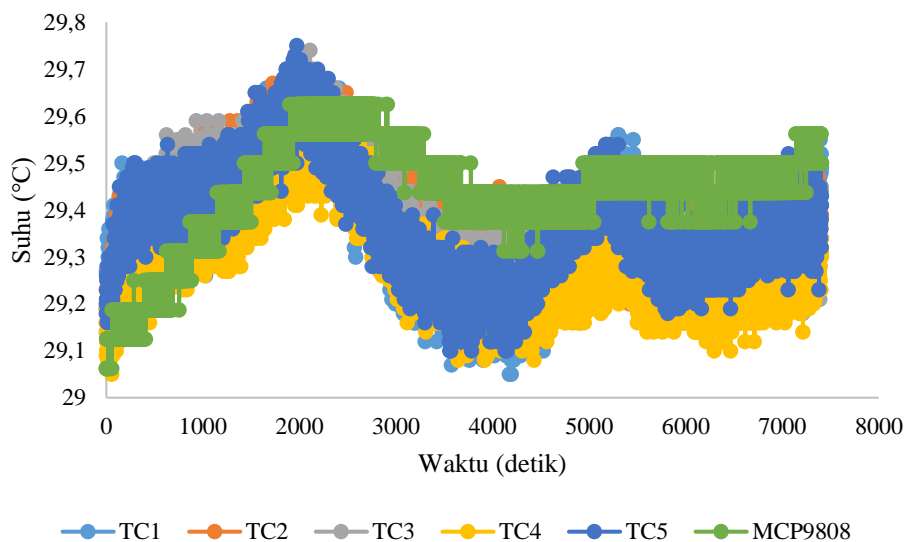


c

Gambar 2. Data logger suhu hasil rancang bangun dengan display OLED

File	Edit	View							
29.49	29.37	29.32	29.23	29.37	29.5625	20:46:17	Sunday	05.11.2023	
29.49	29.47	29.38	29.32	29.34	29.5000	20:46:19	Sunday	05.11.2023	
29.47	29.37	29.41	29.26	29.41	29.5625	20:46:22	Sunday	05.11.2023	
29.48	29.26	29.34	29.30	29.44	29.5625	20:46:24	Sunday	05.11.2023	
29.44	29.38	29.38	29.31	29.34	29.5000	20:46:26	Sunday	05.11.2023	
29.47	29.37	29.32	29.32	29.43	29.5625	20:46:28	Sunday	05.11.2023	
29.48	29.43	29.32	29.30	29.36	29.5625	20:46:30	Sunday	05.11.2023	
29.50	29.43	29.34	29.23	29.23	29.5000	20:46:32	Sunday	05.11.2023	
29.45	29.41	29.38	29.34	29.34	29.5625	20:46:35	Sunday	05.11.2023	
29.52	29.43	29.27	29.32	29.34	29.5625	20:46:37	Sunday	05.11.2023	
29.49	29.37	29.28	29.27	29.39	29.5625	20:46:39	Sunday	05.11.2023	
29.47	29.34	29.32	29.25	29.45	29.5000	20:46:41	Sunday	05.11.2023	
29.52	29.34	29.34	29.31	29.34	29.5625	20:46:43	Sunday	05.11.2023	
29.50	29.37	29.32	29.23	29.45	29.5625	20:46:45	Sunday	05.11.2023	
29.44	29.39	29.32	29.26	29.39	29.5625	20:46:48	Sunday	05.11.2023	
29.47	29.45	29.28	29.25	29.41	29.5625	20:46:50	Sunday	05.11.2023	
29.45	29.39	29.21	29.31	29.41	29.5000	20:46:52	Sunday	05.11.2023	
29.41	29.39	29.30	29.34	29.32	29.5000	20:46:54	Sunday	05.11.2023	
29.55	29.41	29.36	29.28	29.44	29.5000	20:46:56	Sunday	05.11.2023	
29.49	29.38	29.39	29.30	29.36	29.5625	20:46:59	Sunday	05.11.2023	
29.48	29.37	29.36	29.31	29.41	29.5000	20:47:01	Sunday	05.11.2023	
29.41	29.44	29.32	29.25	29.37	29.5625	20:47:03	Sunday	05.11.2023	
29.49	29.37	29.41	29.31	29.34	29.5000	20:47:05	Sunday	05.11.2023	
29.50	29.41	29.30	29.30	29.39	29.5625	20:47:07	Sunday	05.11.2023	
29.49	29.38	29.32	29.34	29.36	29.5000	20:47:09	Sunday	05.11.2023	

Gambar 3. Hasil perekaman data dari Micro SD



Gambar 4. Visualisasi hasil pengukuran dalam bentuk grafik

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah prototipe *data logger* suhu berbasis Arduino Mega 2560 yang menggunakan sensor termokopel tipe K dengan *amplifier thermocouple* Adafruit MAX31856 dan sensor Adafruit MCP9808. Dari sisi pembacaan kedua sensor tidak ada perbedaan yang berarti.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Jurusan Teknik Mesin Unsultra yang terus mendukung kegiatan penelitian ini dan kami juga ucapkan kepada Dr Yohanna Anisa Indriyani yang telah bersedia berdiskusi dalam pengembangan data *logger* ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Efendi R, Herlina H, Tando A, Padang WL, Darwin D, Mustafid MA, et al. Alat Monitoring Suhu Berbiaya Rendah Berbasis Arduino Mega 2560 dengan Menggunakan Sensor Adafruit MAX31856. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*. 2023;9(1):261-6.
- [2]. Joni, Efendi R. Rancang bangun *thermocouple data logger multichannel* berbasis Arduino Mega 2560. *Armatu : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*. 2024;5(1):90-8.
- [3]. Efendi R, Padang WL, Aries M, Tando A, Herlina H, Nakkir M, et al. Analisis regresi sederhana hasil pembacaan thermocouple amplifier Adafruit MAX31856. *Sultra Journal of Mechanical Engineering*. 2024;3(1):18-22.
- [4]. Martinos J, Martinos T. Digital Thermometer Using Arduino and MCP9808 Digital Temperature Sensor. 2018.
- [5]. Daskalos A-C, Theodoropoulos P, Spandonidis C, Vordos N. Wearable Device for Observation of Physical Activity with the Purpose of Patient Monitoring Due to COVID-19. *Signals*. 2022;3(1):11-28.
- [6]. Ioannou K, Karampatzakis D, Amanatidis P, Aggelopoulos V, Karmiris I. Low-Cost Automatic Weather Stations in the Internet of Things. 2021;12(4):146.
- [7]. Fetene HA. Automated arduino based temperature control and resistance change reading system for gas sensors: Clemson University; 2017.
- [8]. Holck V, Hornborg C. Development of a wireless device for temperature measurements in the automotive industry [Master Thesis]. Gothenburg, Sweden: Chalmers University of Technology; 2017.
- [9]. Aliabadi AA, Moradi M, Clement D, Lubitz WD, Gharabaghi B. Flow and temperature dynamics in an urban canyon under a comprehensive set of wind directions, wind speeds, and thermal stability conditions. *Environmental Fluid Mechanics*. 2019;19(1):81-109.
- [10]. Cantoni F, Werr G, Barbe L, Porras AM, Tenje M. A microfluidic chip carrier including temperature control and perfusion system for long-term cell imaging. *HardwareX*. 2021;10:e00245.
- [11]. Fan W, Furman S, Scheid D, Tengdin D. Impact of Heat-Treatment on Carbon Steel Alloys: A study on the microstructure and mechanical properties of heat-treated steel [Report of Bachelor]: Worcester Polytechnic Institute; 2022.
- [12]. Efendi R, Herlina H, Tando A, Padang WL, Aries M. Pengembangan Data Logger Berbasis Mikrokontroler Sebagai Pengukur Suhu di Lingkungan Kering. *Journal BEARINGS: Borneo Mechanical Engineering Science Education*. 2023;2(2):51-6.
- [13]. Ada L. Adafruit Universal Thermocouple Amplifier MAX31856 Breakout 2016 [Available from: <https://www.adafruit.com/product/3263>].
- [14]. Joni J, Efendi R. Pengembangan Sistem Pembacaan Otomatis Berbasis Arduino Mega untuk Pengukuran Suhu dalam Praktikum Pindah Panas. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*. 2023;9(2):30-6.