

Rancang bangun sistem monitoring suhu 10 channels berbasis mikrokontroler

Rustam Efendi^{1*}, Arjal Tando², La Ode Sabara³, Irwansyah⁴

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sulawesi Tenggara

³Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sulawesi Tenggara

Jl. Kapten Piere Tendean No. 109 A, Baruga, Kendari, Sulawesi Tenggara, 93121, Indonesia

⁴Prodi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim

Jl. Almuslim, Matangglumpangdua, Paya Cut, Kec. Peusangan, Kabupaten Bireuen, Aceh 24261, Indonesia

Email korespondensi: rustamefendi032@gmail.com

Received: 30 September 2025, Reviewed: 7 November 2025, Published: 21 March 2026

DOI: <https://doi.org/10.71452/z1gycp96>

Abstrak. Sistem monitoring suhu sangat dibutuhkan dalam kegiatan penelitian, khususnya pada fokus konversi energi di Program Studi Teknik Mesin. Salah satu sistem yang banyak digunakan adalah data logger, namun kendala biaya menjadi penghambat utama dalam pengadaannya. Salah satu hardware yang dapat dibuat menjadi sistem yang bekerja layaknya data logger adalah mikrokontroler Arduino. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem data logger suhu 10 channel berbasis mikrokontroler yang menggunakan modul amplifier CJMCU MAX31856. Sistem ini mengintegrasikan sensor termokopel tipe K, modul RTC DS3231, modul SD Card, dan display OLED. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perancangan hardware dan software. Perancangan dilakukan mulai dari pemilihan komponen, perakitan perangkat keras, pemrograman, hingga pengujian fungsional dan kalibrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring diuji di dalam ruangan laboratorium selama tiga hari untuk mengukur suhu ruangan, didapatkan data antarchannel saling berimpit, meskipun tetap saja ditemukan adanya kesalahan pengukuran untuk beberapa waktu. Regresi linier juga didapatkan dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,99$ sehingga dapat dikatakan nilai sistem monitoring dengan kontrol suhu autonic mempunyai nilai kedekatan yang tinggi. Di sisi lain, pengujian pada pipa tembaga yang mendapatkan transfer panas dari air panas juga menunjukkan tren peningkatan suhu, di mana rentang suhu yang terukur adalah 27 hingga 39 °C.

Kata kunci: data logger, MAX31856, mikrokontroler, suhu, termokopel tipe K

Abstract. A temperature monitoring system is essential in research, especially in the field of energy conversion in the Mechanical Engineering Study Program. One of the most commonly used systems is a data logger; however, its high cost often limits accessibility. An alternative hardware that can function as a data logger is the Arduino microcontroller. This study aims to design and develop a 10-channel temperature data logger system based on a microcontroller using the CJMCU MAX31856 amplifier module. The system integrates a type-K thermocouple sensor, DS3231 RTC module, SD Card module, and OLED display. The research applies both hardware and software design methods, covering component selection, hardware assembly, programming, and functional testing with calibration. The system was tested in a laboratory for three days to monitor the room temperature. The results showed that data from all channels overlapped closely, although minor measurement errors occasionally occurred. Linear regression analysis yielded an R^2 of 0.99, indicating high accuracy compared with an Autonic temperature controller. Further testing on copper pipes exposed to hot-water heat transfer showed a temperature increase trend, with readings ranging from 27 °C to 39 °C. The system proves reliable, accurate, and cost-efficient for laboratory energy research applications.

Keywords: data logger, MAX31856, microcontroller, temperature, type K thermocouple.

PENDAHULUAN

Menguraikan sistem monitoring suhu sangat dibutuhkan pada kegiatan penelitian, khususnya di Program Studi Teknik Mesin dengan fokus penelitian konversi energi. Penggunaan sistem monitoring suhu yang sangat terkenal saat ini adalah data logger dan data akuisisi. Hanya saja yang menjadi hambatan adalah biaya pengadaan. Saat ini *platform* mikrokontroler merupakan perangkat keras *open source* dan dapat dihubungkan dengan berbagai sensor [1-6].

Efendi *et al* [7] melakukan penelitian data logger 1 *channel* menggunakan amplifier MAX31856 produk buatan Amerika Serikat (US) dengan merek Adafruit berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan data logger v1.0 (RTC1307 dan modul SD Card), display data disajikan dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE. Hasil penelitian ini menyajikan kinerja pembacaan amplifier yang stabil dan konsisten dengan sensor termokopel tipe K. Penelitian yang serupa juga dilakukan

oleh Joni and Efendi [8], di mana data logger dirancang dan dibangun dengan 10 channel dengan amplifier MAX31856, menggunakan display LCD Crystal yang menampilkan per channel dan saling bergantian, serta Data logger v1.0 (RTC1307 dan modul SD Card). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dengan sistem 10 *channel* secara visual tidak ada perbedaan signifikan antara satu amplifier dengan yang lain. Hal tersebut dibuktikan dengan uji statistik ANOVA yang didapatkan 0,998. Penelitian ini dilanjutkan oleh Efendi *et al* [9] dengan melakukan analisis regresi linier sederhana pada kesepuluh amplifier MAX31856. Nilai koefisien determinasi (R^2) didapatkan berkisar 0,999 hingga 1. Nilai tersebut menunjukkan tingkat kesamaan yang sangat tinggi. Penelitian dengan menggunakan amplifier dengan chip MAX31856 dengan pembuatan PCB yang berbeda yakni CJMU MAX31856 menunjukkan kinerja yang seragam antara satu amplifier dengan yang lain dalam membaca termokopel tipe K [10]. Jumlah amplifier terhubung dengan termokopel tipe K sebanyak 6 *channels*. Data

logger ini menggunakan display OLED yang menampilkan data pengukuran secara keseluruhan, terintegrasi dengan RTC DS3231 dan modul SD Card.

Berdasarkan uraian di atas, telah dijumpai bahwa penggunaan amplifier CJMCU-MAX31856 belum banyak digunakan meskipun chip yang digunakan sama, yakni MAX31856. Hal ini dilakukan karena amplifier CJMCU-MAX31856, selain lebih murah dan tersedia di Indonesia, juga merupakan salah satu upaya uji coba pembuatan prototipe sekaligus menguji kinerja. Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem monitoring suhu yang bekerja seperti data logger suhu secara *real-time*.

METODE

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat laptop ASUS X450CC (spesifikasi prosesor Intel® Core™ i5-3337U 1.8 GHz, 8 GB DDR3-SDRAM, SSD SPARTAN 240 GB, NVIDIA® GeForce® GT 720M 2 GB, Intel® HD Graphics 4000, Windows 10) dan software Arduino IDE versi 2.0.2. Software Arduino IDE versi 2.0.2, solder, obeng, dan lem tembak. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah satu buah Arduino Mega 2560, 10 unit Modul CMJCU MAX31856 (Universal termokopel) dilengkapi dengan termokopel tipe K, Adaptor USB V-Gen, Modul RTC, Modul SD Card, Micro SD V-Gen 32 GB, kabel jumper, dan box panel. Skema data logger disajikan pada Gambar 1. Komponen sistem monitoring disajikan pada Tabel 1.

Perancangan Sistem Monitoring

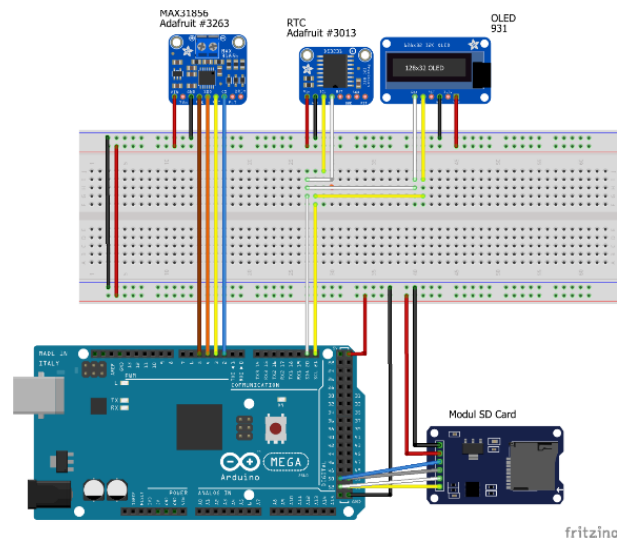
Perancangan sistem monitoring suhu multichannel ini dilakukan untuk menghasilkan sistem monitoring suhu yang mampu membaca hingga 10 *channel* secara simultan menggunakan sensor termokopel tipe K yang terhubung dengan modul amplifier CJMCU-MAX31856. Sistem ini dikembangkan dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas, efisiensi biaya, kemudahan penggunaan, dan fleksibilitas pengembangan.

Tabel 1. Komponen sistem monitoring suhu

No	Komponen	Jumlah Unit
1	CJMCU-MAX31856	10 Pcs
2	Arduino Mega 2560	1 Pcs
3	Box Panel Warna Hitam	1 Pcs
4	OLED 0.96	1 Pcs
5	Modul SD Card	1 Pcs
6	32GB V-Gen SD Card	1 Pcs
7	Baut 2 mm	20 Pcs
8	Kabel USB	1 Pcs
9	RTC3231	1 Pcs
11	Kabel Jumper 40 cm	80 Pcs
12	Termokopel tipe K	10 Pcs

Wiring sistem monitoring suhu yang ditunjukkan pada Gambar 1 terdiri atas Arduino Mega 2560, modul amplifier Adafruit MAX31856, modul RTC, dan display OLED.

Wiring ini memberikan gambaran mengenai rancangan sistem monitoring suhu.



Gambar 1. Wiring system monitoring suhu

Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen dalam sistem monitoring suhu 10 channel bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang telah dirancang serta memastikan data suhu dapat direkam, ditampilkan, dan disimpan dengan benar. Metode kalibrasi yang diterapkan untuk menstandarkan sistem pemantauan suhu berbasis mikrokontroler dengan sensor termokopel dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari satu sensor termokopel dengan alat ukur standar yang sudah terkalibrasi. Setelah perbandingan dilakukan, dibuat persamaan regresi linier untuk menggambarkan hubungan antara pembacaan sensor termokopel dan alat ukur standar. Persamaan regresi linier ini kemudian diterapkan untuk mengkalibrasi sensor termokopel, sehingga memberikan pembacaan yang lebih akurat. Sensor termokopel yang telah terkalibrasi kemudian digunakan sebagai acuan untuk mengkalibrasi sensor-sensor lainnya, sehingga seluruh sensor dalam sistem data logger dapat menghasilkan data yang lebih konsisten dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Metode ini merujuk pada penelitian sebelumnya [11, 12]. Dalam penelitian ini, kontrol suhu Autonics tipe TX4S-24R digunakan sebagai alat pembanding. Data yang diambil pada penelitian ini di antaranya: hari, tanggal, tahun, jam, dan 10 data suhu. Semua data diambil secara real time dan nantinya dianalisis untuk mengetahui keakuratan sistem monitoring buatan mandiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Monitoring Suhu Hasil Rancang Bangun

Sistem monitoring suhu 10 *channel* dengan menggunakan termokopel tipe K dan amplifier CJMCU MAX31856 sebagai pembaca sensor termokopel yang dihasilkan pada

penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Pada bagian sistem monitoring suhu yang terlihat dari luar box, terdapat modul SD Card, display (OLED), dan 10-channel

Amplifier CJMCU MAX31856. Box dapat dibuka dengan melepas baut pada bagian penutup.



Gambar 2. Sistem monitoring suhu 10 channels

Validasi Kode Program Bahasa C++

Proses perancangan program menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan bahasa C++. *Library* yang digunakan oleh Amplifier CJMCU MAX31856 merupakan *Library* bawaan Adafruit MAX31856, hal ini digunakan karena sama-sama menggunakan chip MAX31856 manufaktur Maxim. Proses perancangan program ini dimulai dengan mendeteksi satu per satu amplifier CJMCU MAX31856, diikuti dengan mengecek RTC3231, modul SD Card dan juga OLED 0.96". Setelah semua telah dipastikan bekerja, selanjutnya adalah menggabungkan kode hingga menjadi sistem program yang siap digunakan sebagai sistem data logger (Gambar 3). Tahapan berikutnya adalah melakukan verifikasi dan upload ke perangkat keras, dalam hal ini Arduino, dan sensor-sensor yang terlibat. Sistem akan bekerja dan tampil di OLED 0.96" sebagaimana yang disajikan pada Gambar 2.

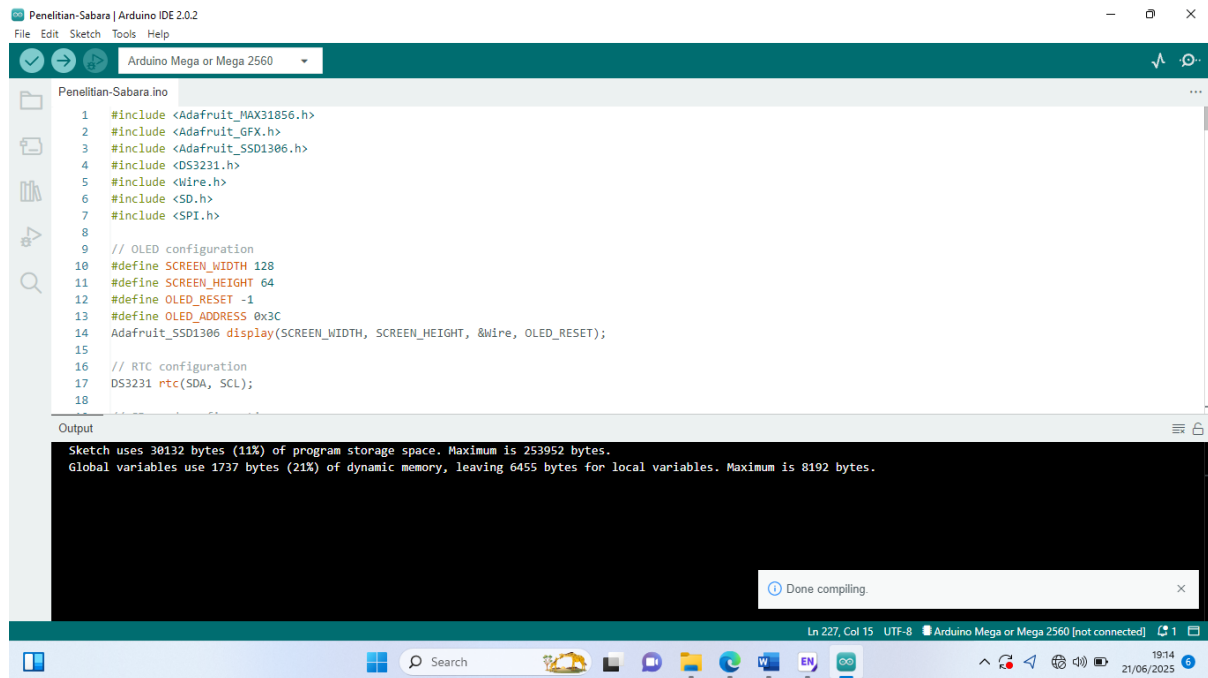
Posisi Amplifier CJMCU MAX31856

Amplifier CJMCU MAX31856 dipasang berurutan sesuai dengan pin digital yang digunakan. Sebagai contoh, *channel* 1 (T1) menggunakan pin digital 2, 3, 4, dan 5 dan total *channel* yang dibuat pada penelitian sebanyak 10 channel. Urutan T1 disimpan pada bagian sebelah kiri berurut ke belakang hingga T10 (Gambar 2). Pengaturan ini dibuat untuk memudahkan pengguna sistem monitoring

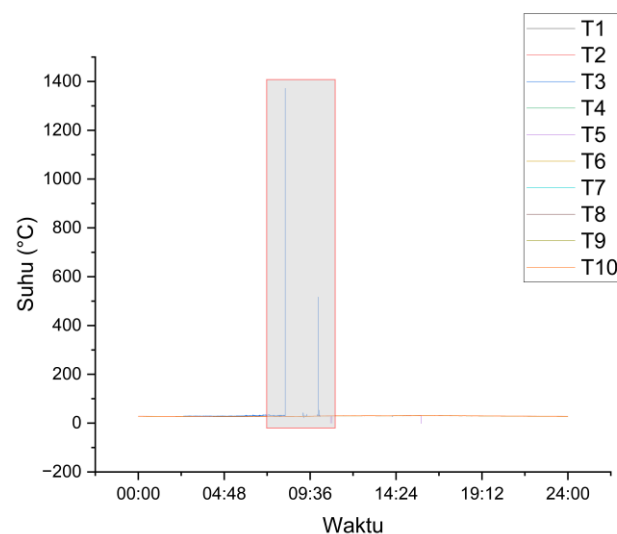
suhu. Sementara pada display OLED 0.96" pada bagian baris pertama adalah *time* atau waktu, baris kedua adalah *date* atau tanggal, *channel* T1 hingga T5 berada pada ruas kiri dan T6 hingga T10 berada pada ruas kanan. Data ditampilkan secara bersamaan pada OLED 0.96". Sistem monitoring ini dapat dinyalakan dengan menggunakan adaptor 5 V dan juga dapat menggunakan *power bank* (dalam penelitian menggunakan *power bank* berkapasitas 10.000 mAh merek Anker), sehingga alat ini dapat disebut *portabel* atau mudah dibawa ke mana saja.

Pengujian Sistem Monitoring Suhu

Pengujian sistem monitoring dilakukan untuk menguji kemampuan sistem monitoring, meliputi: kinerja sampling data, konsistensi, kesalahan pengukuran, dan kemampuan durasi pengukuran. Kinerja sampling data memberikan gambaran bahwa hasil rancang bangun sistem monitoring suhu efektif dan efisien dalam mengumpulkan data suhu secara berkala. Sistem dievaluasi dengan menilai frekuensi dan ketepatan dalam pengambilan sampel, mengelola fluktuasi suhu dalam rentang waktu pengukuran. Data dikumpulkan dan dievaluasi apakah sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Gambar 4 sampai Gambar 6 memperlihatkan pengukuran suhu dengan durasi waktu 3 hari (23 sampai 25 Juli 2025).



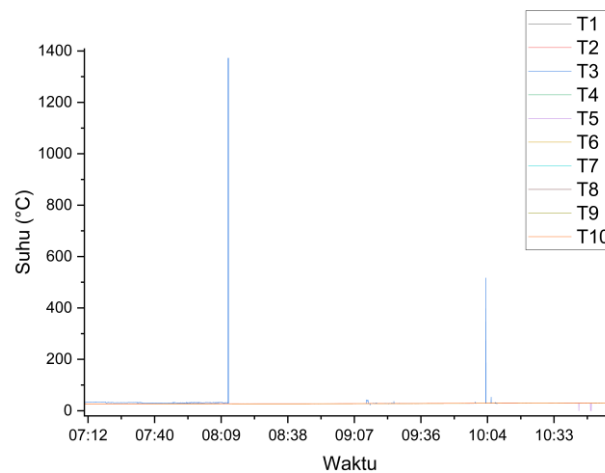
Gambar 3. *Verify* kode program sistem monitoring suhu



Gambar 4. Pengujian sistem monitoring suhu di hari pertama (23 Juli 2025)

Konsistensi pengukuran sistem monitoring suhu dapat dikatakan konsisten apabila 10 *channel* ditempatkan pada satu titik yang sama dan data yang diperoleh tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sistem dievaluasi dengan melakukan pengukuran berulang pada suhu yang sama pada berbagai interval untuk mengonfirmasi bahwa temuannya konsisten dan tidak menunjukkan fluktuasi

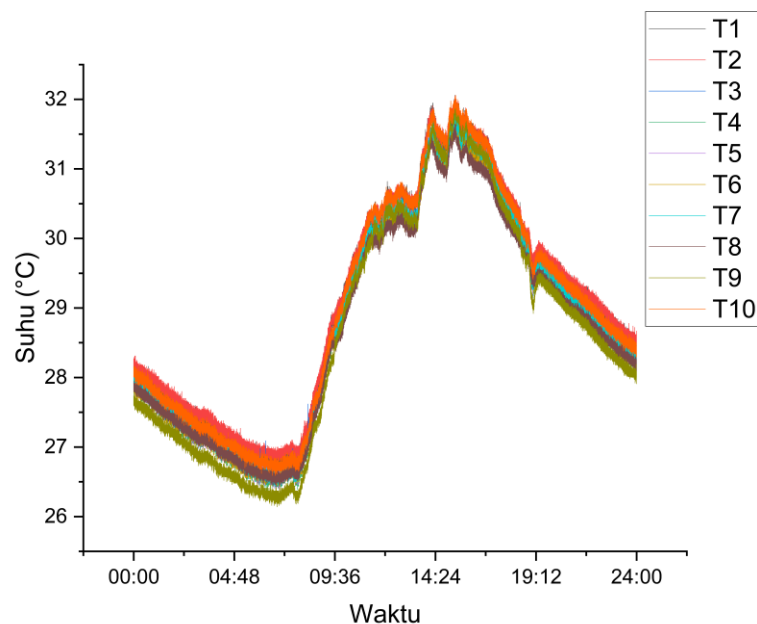
besar, yang mungkin menunjukkan adanya masalah dengan sistem sensor atau perangkat keras yang digunakan. Secara umum, konsistensi pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4 hingga Gambar 6. Pola kenaikan dan penurunan suhu secara visual memberikan tampilan yang sama.



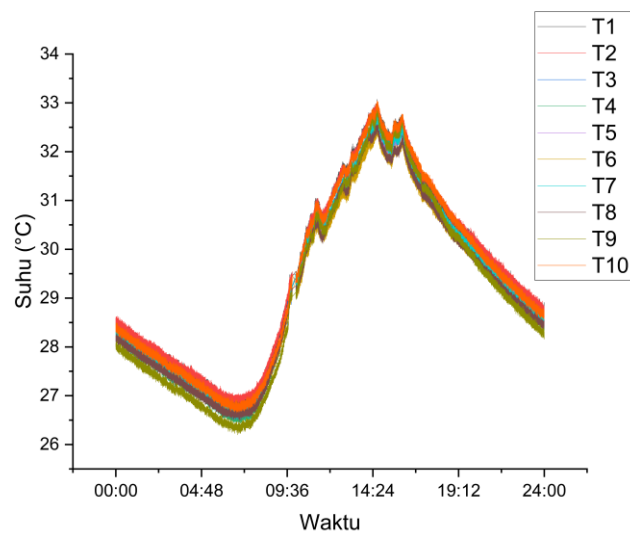
Gambar 5. Kesalahan pengukuran (23 Juli 2025)

Kesalahan pengukuran (*measurement error*) umumnya disebabkan oleh sensor suhu yang bermasalah atau ketidakstabilan tegangan listrik sehingga menghasilkan data yang bias atau data pencilan. Kesalahan pengukuran ini dapat dijumpai pada saat proses pengukuran berlangsung ataupun dapat dilihat dari data yang terkumpul atau terekam. Data kesalahan pengukuran disajikan pada Gambar 4.4, di mana channel T3 menunjukkan kesalahan pengukuran dalam beberapa waktu. Hanya saja, bila dilihat secara keseluruhan, data yang disajikan cukup baik antar-channel. Kemampuan durasi pengukuran dievaluasi

dengan menentukan kemampuan sistem untuk berfungsi secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama tanpa penurunan performa. Sistem dievaluasi untuk ketangguhannya dalam pengambilan sampel dan perekaman data secara terus-menerus selama periode yang ditentukan, dalam kondisi lingkungan yang stabil dan dinamis. Selama 3 hari, pengukuran suhu ruangan secara kontinu dilakukan, menunjukkan kemampuan pengukuran tanpa penurunan kinerja dari sistem monitoring buatan mandiri ini.



Gambar 6. Pengujian sistem monitoring suhu di hari kedua (24 Juli 2025)



Gambar 7. Pengujian sistem monitoring suhu di hari ketiga (25 Juli 2025)

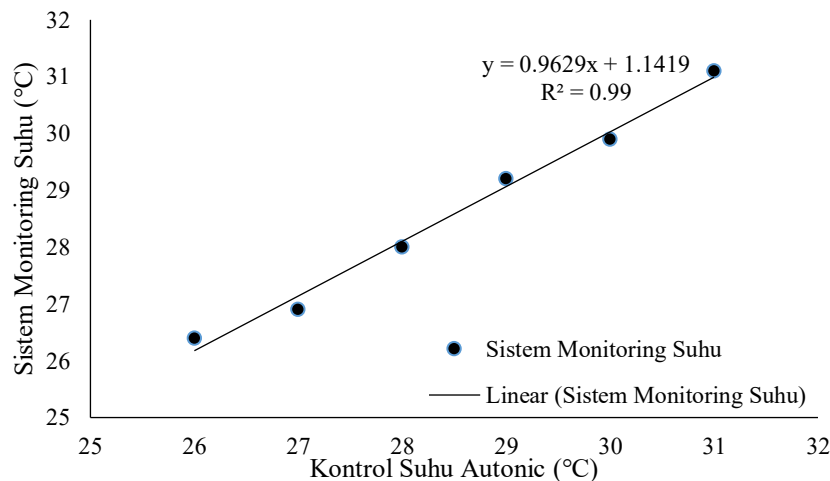
Perbandingan Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Autonic tipe TX4S-24R

Pengujian perbandingan sistem monitoring suhu dengan kontrol suhu autonic dilakukan untuk menstandarkan pembacaan suhu agar data yang didapatkan menjadi valid.

Kedua data tersebut dibuat regresi linier di mana didapatkan persamaan $y = 0,9629x + 1,1419$ dan koefisien determinasi atau R^2 didapatkan 0,99. Secara kedekatan data

Gambar 8 menunjukkan bahwa sumbu X adalah data pengukuran suhu ruangan menggunakan Autonic TX4S-24R (termokopel tipe K) dan sumbu Y adalah data pengukuran dengan menggunakan sistem monitoring s

dengan Autonic tipe TX4S-24R sangat baik dan sudah dapat digunakan sebagai data yang valid. Garis linier juga menunjukkan tingkat akurasi sistem monitoring.

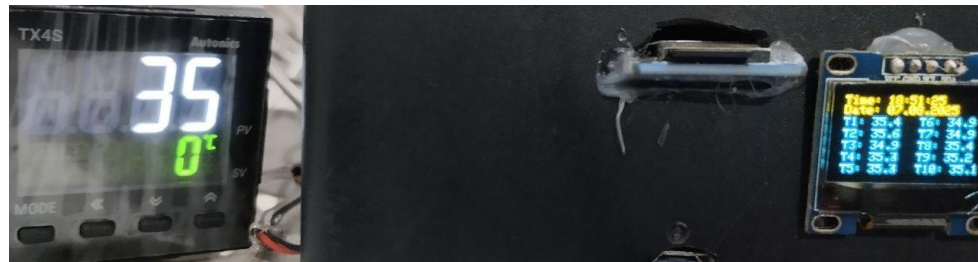


Gambar 8. Grafik regresi linier sistem monitoring

Konsistensi Pembacaan Sistem Monitoring Suhu

Termokopel diposisikan pada posisi yang sama. Hal ini dilakukan untuk menguji hasil pembacaan antarchannel. Hasil pengujian sistem monitoring pada beberapa level suhu menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang

signifikan (Gambar 9). Hal ini memperlihatkan bahwa pembacaan antar-channel memiliki konsistensi pembacaan yang baik. Data yang lain juga diperlihatkan pada Tabel 2 dengan suhu terukur 28 °C, di mana data pengukuran tersebut menunjukkan presisi sistem monitoring suhu.



Gambar 9. Pengujian perbandingan sistem monitoring suhu dengan kontrol suhu Autonic

Merujuk pada data logger midi Logger GL240 Graphtech (Gambar 10), maka dapat dinyatakan bahwa sistem monitoring suhu yang dibuat pada penelitian ini

memiliki fungsi yang sama, yaitu merekam dan menyimpan data serta pembacaan suhu yang tidak berbeda secara signifikan.



Gambar 10. midi Logger GL240 Graphtech

Tabel 2. Pengambilan data secara *real time*

Hari dan Tanggal	Jam	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Wednesday 23.07.2025	00:00:00	28.27	28.47	28.13	28.01	28.08	28.08	28.02	27.98	28.00	28.30
Wednesday 23.07.2025	00:00:02	28.27	28.45	28.13	28.05	28.09	28.01	28.08	28.07	27.97	28.25
Wednesday 23.07.2025	00:00:04	28.42	28.52	28.16	28.03	28.11	28.02	28.09	27.98	28.03	28.18
Wednesday 23.07.2025	00:00:06	28.32	28.42	28.18	28.03	28.11	28.05	28.11	28.05	27.92	28.21
Wednesday 23.07.2025	00:00:08	28.23	28.42	28.19	28.05	28.14	28.09	28.05	28.02	27.97	28.21
Wednesday 23.07.2025	00:00:10	28.29	28.45	28.19	27.98	28.05	28.09	28.16	28.00	28.05	28.23
Wednesday 23.07.2025	00:00:12	28.36	28.42	28.13	28.05	28.02	28.12	28.13	28.05	27.97	28.18
Wednesday 23.07.2025	00:00:14	28.36	28.43	28.16	28.05	28.07	28.01	28.08	27.98	28.02	28.19
Wednesday 23.07.2025	00:00:16	28.34	28.41	28.13	28.08	28.11	28.09	28.07	28.09	28.03	28.16
Wednesday 23.07.2025	00:00:18	28.32	28.38	28.21	28.08	28.11	28.12	28.09	27.94	28.00	28.16
Wednesday 23.07.2025	00:00:20	28.29	28.41	28.21	28.09	28.08	28.07	28.09	28.07	27.97	28.23
Wednesday 23.07.2025	00:00:22	28.27	28.41	28.19	28.09	28.14	28.07	28.05	28.01	27.91	28.23
Wednesday 23.07.2025	00:00:24	28.23	28.43	28.16	28.08	28.16	28.09	28.16	28.01	27.92	28.23
Wednesday 23.07.2025	00:00:26	28.39	28.45	28.14	28.05	28.11	28.03	28.03	28.03	28.07	28.18
Wednesday 23.07.2025	00:00:28	28.29	28.37	28.12	27.97	28.12	28.11	28.05	27.95	27.97	28.20
Wednesday 23.07.2025	00:00:30	28.31	28.42	28.12	28.03	28.08	28.13	28.05	28.09	28.02	28.20

Pengukuran suhu pipa tembaga dilakukan dengan cara memanaskan air menggunakan *heater*. Air panas mentransfer panas ke pipa tembaga. Pada pipa tembaga

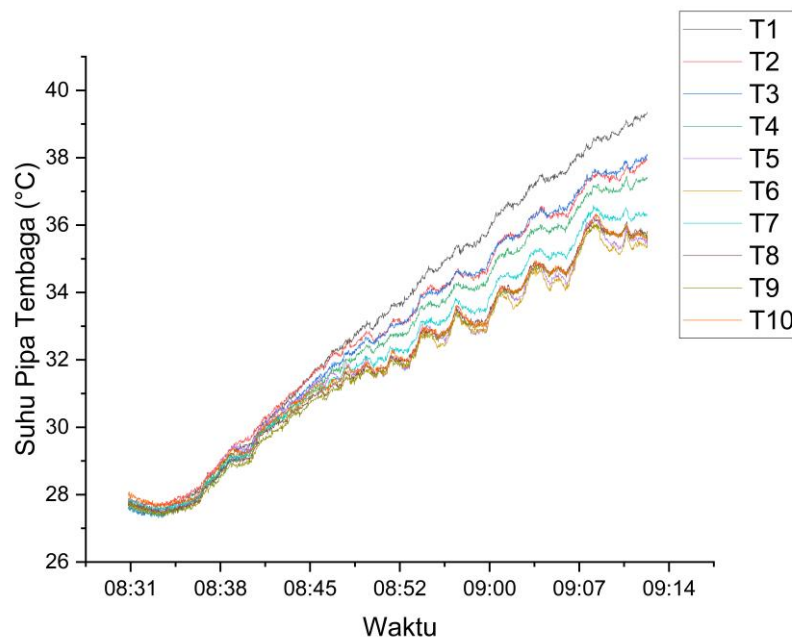
tersebut diberi 10 titik sesuai dengan jumlah *channel* sistem monitoring, yakni 10 channel (Gambar 11).



Gambar 11. Posisi termokopel T1 berada pada bagian bawah beeurutan hingga T10 pada posisi paling atas

Trend kenaikan suhu memperlihatkan bahwa mulai T1 hingga T10 (Gambar 12). Pengujian ini memberikan gambaran profil suhu pipa tembaga yang mendapatkan transfer panas dari air panas yang dipanaskan

menggunakan *heater*. Penelitian ini menyajikan data bahwa T1 berada pada posisi terdekat dengan media air panas, terus berurut hingga T10 berada pada posisi paling terjauh dari media air panas.



Gambar 12. Profil suhu pipa tembaga mendapatkan transfer panas

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem monitoring suhu menggunakan sensor termokopel tipe K dengan basis mikrokontroler. Uji coba selama tiga hari untuk menguji keandalan, konsistensi, dan error

menggambarkan bahwa sistem monitoring berjalan sesuai dengan perintah kode. Sistem monitoring suhu dengan membandingkan dengan kontrol suhu Autonic tipe TX4S-24R juga menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan perolehan koefisien determinasi atau $R^2 = 0,99$, yang membuktikan bahwa kedekatan data sistem

monitoring suhu dengan referensi atau acuan profil suhu pada pipa tembaga yang mendapatkan transfer panas dari air panas yang dipanaskan menggunakan heater juga menunjukkan tren peningkatan suhu yang terukur oleh sistem monitoring hasil rancang bangun rentang suhu 27 sampai 39 °C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada penanggung jawab Laboratorium Pusat Riset dan Teknologi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Feng Y, Wang J. Design and development of a low-cost glazing measurement system. *MethodsX*. 2020;7:101028.
- [2] Kuo C-C, Chen W-J. Development and application of intelligent monitoring system for rapid tooling applied in low-pressure injection molding. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2020;111(11-12):3453-67.
- [3] Moyen NE, Somero GN, Denny MW. Mussel acclimatization to high, variable temperatures is lost slowly upon transfer to benign conditions. *Journal of Experimental Biology*. 2020;223(13).
- [4] Padfield T, Padfield N, Lee DS-H, Thøgersen A, Nielsen AV, Andersen CK, et al. Back protection of canvas paintings. *Heritage Science*. 2020;8(1):96.
- [5] Roihan I, Koestoer RA, editors. Data logger multichannel based on Arduino Uno applied in thermal measurement of solar still Carocell L3000. *The 2nd International Conference on Physical Instrumentation and Advanced Materials 2019*; 2020.
- [6] Guerrero Quezada GI, Arias Pozo PA. Diseño y construcción de un banco didáctico de instrumentación para la calibración de los termopares tipo J, K & T, y control de un horno de tres etapas [Thesis Bachelor]. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo; 2021.
- [7] 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.
- [8] Joni J, Efendi R. Rancang bangun thermocouple data logger multichannel berbasis Arduino Mega 2560. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin Manufaktur*. 2024;5(1):90-8.
- [9] 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.
- [10] Efendi R, Tando A, Herlina H, Padang WL, Aries M, Charlos L, et al. Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Multichannel Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal CRANKSHAFT*. 2025;8(1):20-7.
- [11] Septiana R, Roihan I, Karnadi J, Koestoer RA, editors. Calibration of K-type thermocouple and MAX6675 module with reference DS18B20 thermistor based on Arduino DAQ. *Prosiding SNTTM XVIII*; 2019.
- [12] Septiana R, Caniago DP, Kurniawan H. Evaluasi dan Kalibrasi Data Akuisisi Temperatur Berbasis Arduino dan MAX31855. *Jurnal Elektronika Otomasi Industri*. 2024;11(2):621-7.