

RANCANG BANGUN DATA *LOGGER* TERMOKOPEL BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 SKALA LABORATORIUM

Rustam Efendi¹, Darwin², Bahdin Ahad Badia³, Arjal Tando⁴, Herlina⁵, Welly Liku Padang⁶

^{1,2,4,5,6}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Jl. Kapten Piere Tandean No. 109A, Baruga, Kendari

³Jurusan Teknologi Metalurgi Industri Logam, Politeknik Tridaya Virtu Morosi

Desa Puurui, Kec. Bondoala, Kab. Konawe, Sulawesi Tenggara

*Corresponding author : rustamefendi032@gmail.com

Abstrak

Pengukuran suhu merupakan salah satu hal yang terpenting dalam mengukur kinerja suatu proses pindah panas. Pengukuran suhu biasanya dijumpai di lapangan menggunakan termometer air raksa atau sensor suhu yang memiliki *display* digital dan dicatat manual. Pengukuran suhu dengan menggunakan cara ini mulai ditinggalkan karena untuk mengetahui kinerja suatu mesin dibutuhkan data yang banyak agar dapat diperoleh kinerja mesin yang akurat. *Data logger* adalah alat yang sering dijumpai dalam pengukuran suhu baik di laboratorium-laboratorium teknik di kampus maupun industri. *Data logger* merupakan alat ukur suhu yang termutakhir hari ini. Hanya saja *data logger* yang tersedia di pasaran masih mahal sehingga butuh biaya lebih untuk membelinya. Arduino merupakan mikrokontroler dengan harga yang terjangkau dan dapat disambungkan dengan berbagai sensor dan dapat dirancang layaknya seperti *data logger*. Tujuan penelitian ini merancang bangun *data logger* berbasis Arduino sebagai alat pengukur suhu dengan harga yang terjangkau. Metode yang digunakan pada penelitian adalah rancang bangun dengan mengembangkan *data logger* termokopel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 12 channel termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 dapat berfungsi dan data dapat dikumpulkan ke Micro SD.

Kata kunci : alat pengukur suhu, mesin, Micro SD, penguat sinyal MAX6675, termometer air raksa

Abstract

One of the most significant aspects of monitoring the performance of a heat transfer process is temperature measurement. Temperature readings are often taken in the field with a mercury thermometer or a temperature sensor with a digital display and are manually recorded. This method of measuring temperature is being phased out since knowing the performance of a machine necessitates a large amount of data in order to achieve correct engine performance. Data loggers are commonly used in temperature monitoring in engineering laboratories on campus and in industry. The data logger is today's most advanced tool for tracking temperature. It's only that the data recorders on the market are still pricey, thus purchasing them is more expensive. Arduino is a low-cost microcontroller that can be connected to various sensors and configured as a data logger. The goal of this research is to create a low-cost Arduino-based data logger that can measure temperature. The design method was utilized in this study to create a thermocouple data recorder. The results demonstrated that 12 channel K-type thermocouples can function with a thermocouple amplifier MAX6675 and that data may be collected to Micro SD.

Keywords : amplifier MAX6675, machine, Micro SD, mercury thermometer, temperature measuring device

PENDAHULUAN

Pengukuran suhu merupakan salah satu hal yang terpenting dalam mengukur kinerja suatu proses pindah panas. Pengukuran suhu biasanya dijumpai di lapangan menggunakan termometer air raksa atau sensor suhu yang memiliki *display* digital dan dicatat manual. Pengukuran suhu dengan menggunakan cara ini mulai ditinggalkan karena untuk mengetahui kinerja suatu mesin dibutuhkan data yang banyak agar dapat diperoleh kinerja mesin yang akurat. *Data logger* adalah alat yang sering dijumpai dalam pengukuran suhu baik di laboratorium-laboratorium teknik di kampus maupun industri. *Data logger* merupakan alat ukur suhu yang termutakhir hari ini. Hanya saja *data logger* yang tersedia di pasaran masih mahal sehingga butuh biaya lebih untuk membelinya. Arduino merupakan mikrokontroler dengan harga yang terjangkau dan dapat disambungkan dengan berbagai sensor dan dapat dirancang layaknya seperti *data logger*.

Rancang bangun *data logger* suhu berbasis Arduino dan termokopel tipe K sebagai pengukur suhu. Modul yang dapat digunakan untuk penguat sinyal termokopel adalah penguat sinyal MAX6675. Hal ini dipilih tidak lain karena ketersediaan di pasaran mudah didapatkan dan harga terjangkau. Berbagai penelitian dengan menggunakan termokopel tipe K modul MAX6675 Arduino dapat dijumpai. Amiry, et al. [1], Rehouma, et al. [2] melakukan penelitian tentang panel surya dan salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termokopel tipe K dengan modul MAX6675 terhubung dengan Arduino. Darjat, et al. [3] mendesain data akuisisi multisensor dan salah satu yang digunakan adalah termokopel tipe K terhubung penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino. Penelitian mengenai kompor biomassa yang dilakukan oleh Heredia Salgado, et al. [4] pengukuran suhu untuk mengetahui kinerja kompor menggunakan termokopel tipe K terhubung dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino. Pengukuran suhu alat penukar panas (*heat exchanger*) menggunakan sistem akuisisi termokopel tipe K terhubung dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino memiliki tingkat akurasi yang baik [5]. Guerraiche, et al. [6] melakukan penelitian mengenai kolektor surya konsentrator, pengukuran suhu menggunakan termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino. Perancangan otomatisasi sistem *heat treatment* untuk aplikasi industri menggunakan termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 terhubung ke Arduino dipilih karena memiliki range pengukuran 0-1024 [7]. Beberapa penelitian

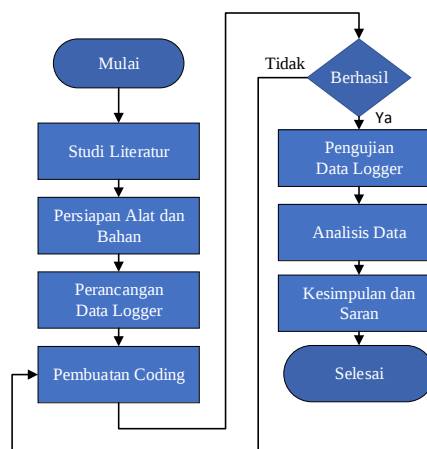
tentang kinerja mesin juga berhasil dilakukan monitoring suhu menggunakan termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino [8-10]. Homzah and Haryanto [11] merancang bangun mesin mini pengkondisian udara tipe *water cooled condenser* dengan menggunakan Arduino sebagai pengontrol suhu, hanya saja sensor suhu (DS18B20) yang digunakan berbeda dengan penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun sensor suhu termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 berbasis Arduino dan dirancang layaknya *data logger*. Jumlah sensor yang digunakan adalah 12 *channel* dirancang penelitian yang berkaitan pindah panas. Hal ini dipilih dalam rangka penggunaan sensor suhu pada berbagai keperluan terutama dalam penelitian yang berkaitan pindah panas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun, di mana *data logger* dirancang dan diuji fungsional untuk mengukur suhu. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 1.

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan alat Laptop ASUS K43SJ dengan spesifikasi Processor Core i3 generasi 2, RAM DDR 3 8GB, SSD Toshiba 256GB, Nvidia Geforce GT 520M 1GB, Windows 11 dan software Arduino IDE. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah satu buah Arduino Mega 2560, 12 buah penguat sinyal MAX6675, termokopel tipe K, Adaptor USB V-Gen, RTC DS3231, board, Micro SD V-Gen 32GB, kabel *jumper*, dan box akrilik.

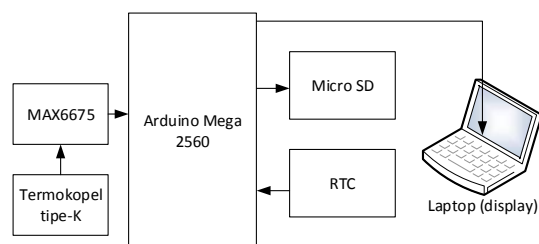


Gambar 1. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fungsional

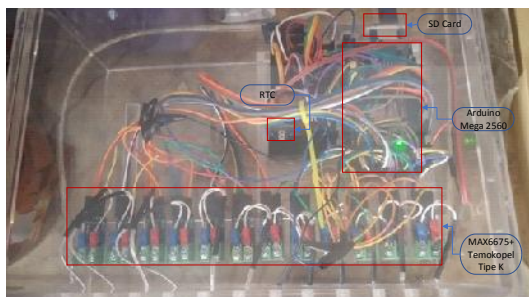
Data logger termokopel telah dirancang dengan 12 channel di mana pada setiap data pengukuran terekam ke *Micro SD* (penyimpanan data). Data yang terekam dilengkapi dengan waktu hari, tanggal, dan jam. Gambar 2 memperlihatkan skema *data logger* dan Gambar 3 adalah instalasi *data logger* termokopel 12 channels. *Data logger* diuji fungsional pada setiap sensor termokopel tipe K dengan penguat sinyal MAX6675 untuk memastikan termokopel dapat mengukur suhu. Hasil pengukuran diperlihatkan pada Gambar 3. Semua termokopel terlihat dapat mengukur suhu. Hanya saja perlu dilakukan kalibrasi untuk menstandarkan hasil pembacaan *data logger* termokopel [12]. Setelah dilakukan kalibrasi maka *data logger* dapat dilanjutkan dengan pengujian pengukuran langsung pada objek mode pindah panas.



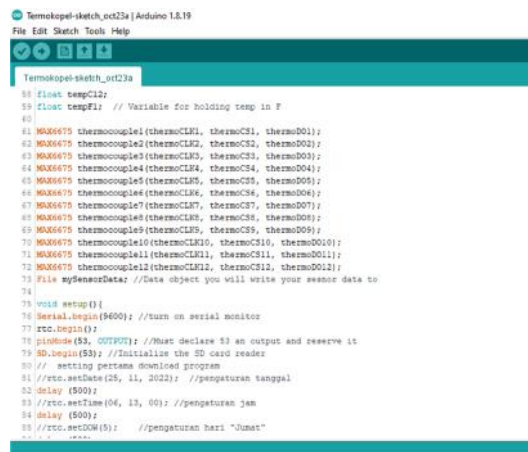
Gambar 2. Skema *data logger* termokopel

Tampilan Source Code pada Aplikasi Arduino IDE

Source code merupakan kode dalam bentuk perintah yang disajikan pada program Arduino IDE (Gambar 4). Di mana ada hal yang terpenting di antaranya adalah *Void Setup* dan *Void Loop*. *Void Setup* merupakan proses pengaturan perangkat sensor yang tersambung dengan Arduino Mega 2560 sebagaimana yang digunakan pada penelitian ini. Adapun *Void Loop* adalah fungsi pengulangan pembacaan tiap sensor [13-15].



Gambar 3. Hasil rancangan bangun *data logger* termokopel 12 channels.



Gambar 4. *Source code* pada Aplikasi Arduino IDE

Tampilan Hasil Pengujian Termokopel Data Logger

Tampilan data hasil pembacaan sensor yang disajikan pada Gambar 5 merupakan tampilan Aplikasi Arduino IDE serial monitor pada laptop. Tampilan ini bertujuan untuk memastikan *source code* yang dibuat pada program Arduino IDE berjalan sesuai dengan coding yang telah dirancang. Setelah semua sensor berfungsi dengan melihat tampilan di monitor komputer, langkah selanjutnya adalah melihat hasil rekaman yang ada pada Micro SD (Gambar 6). Penyimpanan data dengan Micro SD merupakan fasilitas yang telah disediakan oleh Arduino dengan sistem *data logger* [16, 17]. Berbagai penelitian penggunaan *data logger* berbasis Arduino dan ESP32 sebagai mikrokontroler juga digunakan dalam pengukuran parameter lain seperti pengukuran tegangan (*voltage*) yang dihasilkan oleh *Microbial Fuel Cell* (MFC) [18-20]. Bila data terekam dari pembacaan penguat sinyal MAX6675 termokopel, maka dapat dipastikan bahwa *data logger* berfungsi sebagaimana mestinya. Perekaman data dengan durasi yang lama dapat menggunakan adaptor USB V-Gen 5V sebagai sumber daya termokopel *data logger*. Penggunaan adaptor USB dengan tegangan input 5V menjadikan kinerja dari Arduino *data logger* dapat beroperasi secara stabil tanpa dibutuhkan penurunan tegangan. Di mana tegangan yang dibutuhkan oleh Arduino adalah 5V [21].

Gambar 5. Tampilan di layar monitor laptop pada aplikasi Arduino IDE

Gambar 6. Tampilan hasil rekaman *Micro SD* dalam bentuk file txt

KESIMPULAN

Rancang bangun *data logger* termokopel 12 channel dan pengujian fungsional telah dilakukan. *Data logger* termokopel yang dirancang berfungsi dengan baik, dimana data terekam ke *Micro SD* dan ditampilkan pada monitor berhasil ditampilkan. Pengembangan selanjutnya adalah menguji *data logger* secara *real* di laboratorium pada berbagai mode pindah panas untuk memastikan tingkat akurasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Sulawesi Tenggara yang telah mendanai penelitian ini sebagai penelitian dosen pemula. Kami juga berterima kasih kepada Dr Yohanna Anisa Indriyani yang telah bersedia berdiskusi mengenai penelitian perancangan *data logger* untuk pengukuran suhu ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Amiry *et al.*, "Design and implementation of a photovoltaic I-V curve tracer: Solar modules characterization under real operating conditions," *Energy Conversion and Management*, vol. 169, pp. 206-216, 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.05.046.
- [2] Y. Rehouma, M. Abd El basset Mahboub, A. Degla, D. Ghorma, and A. A. Nadjemi, "Real-Time Data Acquisition for Solar Panel," *International Journal of Energetica*, vol. 7, no. 1, pp. 36-40, 2022.
- [3] Darjat, A. Ayub, Sudjadi, and A. Harum, "Design of Multisensor Data Acquisition System (Oxygen, Hydrogen, Temperature, and Pressure Through Android-Based Website)," in *Proc. of 2020 7th Int. Conf. on Information Tech., Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2019.
- [4] M. A. Heredia Salgado, L. A. C. Tarelho, M. A. A. Matos, D. Rivadeneira, and R. A. Narváez C, "Palm oil kernel shell as solid fuel for the commercial and industrial sector in Ecuador: tax incentive impact and performance of a prototype burner," *Journal of Cleaner Production*, vol. 213, pp. 104-113, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.133.
- [5] S. P. Nalavade, A. D. Patange, C. L. Prabhune, S. S. Mulik, and M. S. Shewale, "Development of 12 Channel Temperature Acquisition System for Heat Exchanger Using MAX6675 and Arduino Interface," in *Innovative Design, Analysis and Development Practices in Aerospace and Automotive Engineering (I-DAD 2018)*, (Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019, ch. Chapter 13, pp. 119-125.
- [6] D. Guerraiche, C. Bougriou, K. Guerraiche, L. Valenzuela, and Z. Driss, "Experimental and numerical study of a solar collector using phase change material as heat storage," *Journal of Energy Storage*, vol. 27, 2020, doi: 10.1016/j.est.2019.101133.
- [7] D. Saber, H. M. Almalki, and K. Abd El-Aziz, "Design and building of an automated heat-treatment system for industrial applications," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 59, no. 6, pp. 5007-5017, 2020, doi: 10.1016/j.aej.2020.09.023.
- [8] W. d. V. Neto, J. L. L. Soares, S. T. A. A. Martins, G. S. Q. Oliveira, W. A. C. Freire, and H. M. Z. Rocha, "Acquisition of Thermocouple Data by Arduino® Microcontrollers " in *17th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering*, Águas de Lindóia, SP, Brazil November 25th-28th, 2018 2018.

- [9] M. Kumar and B. Singh, "Monitoring of 6 Channel Temperature Acquisition System for Heat Transfer using Max 6675 and Arduino Interface," *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, vol. 6, no. 2, pp. 108-115, 2019.
- [10] J.-C. Chang, W.-H. Chen, H. Wang, and Y.-M. Shen, "Development of Arduino-based Data Acquisition System for Stirling Engine," *Journal of CCIT*, vol. 51, no. 2, pp. 83-98, 2022.
- [11] O. F. Homzah and H. Haryanto, "Rancang bangun mesin mini pengkondisian udara tipe water cooled condensor dengan pengontrolan temperatur kabin berbasis mikrokontroler Arduino," *Machine : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 1-8, 2018, doi: 10.33019/jm.v4i2.453.
- [12] A. Riantono, B. Teguh, and R. A. Koestoer, "Kalibrasi Sensor Temperatur Termokopel Tipe K dan DS18B20 Pada Temperatur Es Mencair dan Air Mendidih Sistem Dengan Akuisisi Data (DAQ) Berbasis Arduino " in *Prosiding SNTTM XVIII KE-19*, 9-10 Oktober 2019, pp. 1-6.
- [13] Y. A. Badamasi, "The working principle of an Arduino," in *2014 11th international conference on electronics, computer and computation (ICECCO)*, 2014: IEEE, pp. 1-4.
- [14] L. Louis, "working principle of Arduino and using it," *International Journal of Control, Automation, Communication Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 21-29, 2016.
- [15] A. S. Ismailov, Z. B. J. S. Jo'Rayev, and Education, "Study of arduino microcontroller board," vol. 3, no. 3, pp. 172-179, 2022.
- [16] D. Wheat, "Arduino Software," in *Arduino Internals*. Berkeley, CA: Apress, 2011, pp. 89-97.
- [17] J. Purdum, "Arduino Libraries," in *Beginning C for Arduino: Learn C Programming for the Arduino*. Berkeley, CA: Apress, 2015, pp. 277-298.
- [18] Y. A. Indriyani *et al.*, "Affordable ESP32-based monitoring system for microbial fuel cells: real-time analysis and performance evaluation (ESP32-based data logger as a monitoring system for microbial fuel cell)," *International Journal of Energy and Water Resources*, 2023/09/19 2023, doi: 10.1007/s42108-023-00255-y.
- [19] Y. A. Indriyani, I. Rusmana, S. Anwar, G. Djajakirana, and D. A. Santosa, "Harvesting Bioelectricity from Microbial Fuel Cells (MFCs) Powered by Electroactive Microbes," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 12, no. 3, pp. 583-596, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v12i3.583-596>.
- [20] Y. A. Indriyani, E. Rustami, I. Rusmana, S. Anwar, G. Djajakirana, and D. A. Santosa, "Bioelectricity production of microbial fuel cells (MFCs) and the simultaneous monitoring using developed multi-channels Arduino UNO-based data logging system," *Journal of Applied Electrochemistry*, 2023/09/26 2023, doi: 10.1007/s10800-023-01989-7.
- [21] R. Efendi *et al.*, "Alat Monitoring Suhu Berbiaya Rendah Berbasis Arduino Mega 2560 dengan Menggunakan Sensor Adafruit MAX31856," *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 261-266, 2023.