

Rancang Bangun Kalibrator Suhu Dengan Sensor *Thermocouple Multi Channel (6 Channel)* Berbasis *Internet Of Things (Iot)*

Muhtar^{1*}; Danang Kristioko Legowo¹; Abdul Firman¹; Bernada Pramara Lufi¹

¹Universitas Mohammad Husni Thamrin, Sarjana Terapan Teknik Elektromedik
Jl. Salemba Tengah No.5, Paseban, Senen, Jakarta Pusat, DKI Jakarta 10440, Indonesia

*Email: muhtar2521@gmail.com

Received: 08 Mei 2024 | Accepted: 31 Mei 2024 | Published: 05 Juli 2024

ABSTRACT

Measuring tools are instruments that can be used to assess an object or object with certain parameters. For example, a thermometer can be used to measure temperature or changes in temperature. In use, almost all measuring instruments tend to experience a variety of errors, therefore, a calibration tool is needed to ensure that the values measured by the tool have been verified correctly. To overcome this problem the author designed a measuring instrument that can measure temperature changes. This tool is based on the ESP32-S3 and uses a Type-K Thermocouple sensor to detect temperature, as well as a MAX6675 module as a conversion of these temperature changes. The results of temperature changes are displayed on a 20x4 LCD and can be monitored via the Blynk application on an Android device. The research method applied is product development or Research and Development (R&D), with the clear aim of developing or improving tools that have previously been created. The research used has stages including needs analysis, system design, development and testing of tools. Based on data from temperature measurements, each measurement is still within tolerance limits, with an average value of error difference between the comparison tool and the tool made (Error) of 0.4 and an average value of Error Percentage (% Error) of 2.2 %. Therefore, the devices or tools that have been developed are able to function well.

Keywords: *Calibration, ESP32-S3, Thermocouple Type-K, MAX6675, Android*

ABSTRAK

Alat ukur adalah instrumen yang dapat digunakan untuk menilai suatu objek atau benda dengan parameter tertentu. Sebagai contoh, Thermometer dapat digunakan untuk mengukur suhu atau perubahan suhu. Dalam penggunaannya, hampir semua alat ukur cenderung mengalami sejumlah kesalahan yang beragam, oleh karena itu, diperlukan alat kalibrasi untuk memastikan bahwa nilai yang diukur oleh alat tersebut telah diverifikasi dengan benar. Untuk mengatasi masalah tersebut penulis merancang sebuah alat ukur yang dapat mengukur perubahan suhu. Alat ini berbasis ESP32-S3 dan dengan menggunakan sensor Thermocouple Type-K untuk mendeteksi suhu, serta modul MAX6675 sebagai konversi dari perubahan suhu tersebut. Hasil perubahan suhu ditampilkan pada LCD 20x4 dan dapat dimonitoring melalui aplikasi Blynk di perangkat Android. Metode penelitian yang diterapkan merupakan suatu pengembangan produk atau Research and Development (R&D), dengan tujuan yang jelas yaitu mengembangkan atau meningkatkan alat yang sebelumnya telah dibuat. Penelitian yang digunakan memiliki tahapan meliputi analisa kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan, dan pengujian terhadap alat. Berdasarkan data hasil pengukuran suhu, setiap pengukuran masih berada dalam batas toleransi, dengan nilai rata-rata selisih Kesalahan antara alat pembanding

dengan alat yang dibuat (*Error*) sebesar 0,4 dan nilai rata-rata *Persentase Kesalahan (% Error)* sebesar 2,2%. Oleh karena itu, perangkat atau alat yang telah dikembangkan mampu berfungsi dengan baik.

Kata Kunci: Kalibrasi, ESP32-S3, Thermocouple Type-K, MAX6675, Android

1. PENDAHULUAN

Pada masa globalisasi yang kini berlangsung, banyak alat kesehatan yang sistemnya diperbarui sehingga penggunaannya semakin mudah. Salah satunya adalah alat ukur suhu. Suhu dapat diartikan sebagai parameter yang mencerminkan tingkat kehangatan suatu objek atau benda [1]. Sedangkan *Thermocouple* adalah sensor yang dapat mendeteksi perubahan suhu. Sensor *Thermocouple* memiliki cara kerja yaitu masing-masing ujung logam konduktor digabungkan yang kemudian akan menghasilkan efek “*thermo-electrik*” [2].

Proses kalibrasi yaitu kegiatan menentukan nilai yang akurat dari alat ukur dan bahan ukur dengan membandingkannya terhadap standar ukur yang tertelusur (*traceable*) ke standar nasional atau internasional sebagai satuan ukuran (Permenkes RI nomor 54 tahun 2015) [3]. Sehingga dalam pelaksanaan kalibrasi diperlukan alat kalibrator dengan tingkat keakuratan yang lebih tinggi dari pada alat yang diukur.

Aspek teknologi yang terus berkembang adalah *Internet of Things* (IoT). IoT telah dianggap sebagai teknik perluasan yang diterapkan dalam berbagai aplikasi dan fungsi, mulai dari lingkungan pintar dan rumah hingga layanan kesehatan pribadi dan lain-lain [4]. Ini digambarkan sebagai konsep cerdas untuk internet yang menghubungkan segala sesuatu dengan Internet dan organisasi data serta pertukaran informasi [5]. Paradigma IoT disederhanakan menjadi kapan saja, di mana saja, dan siapa saja yang terhubung [6]. Penerapan teknologi ini membuat segalanya dan orang menjadi lebih dekat dan kehidupan sehari-hari menjadi lebih mudah [7]. Penggunaan IoT dapat mempermudah pemantauan objek karena dapat diakses secara *real-time*. Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dalam konsep IoT adalah *Blynk*, karena dapat terhubung dengan modul Arduino, ESP, dan Raspberry Pi [8].

Sebelumnya telah ada penelitian yang dilakukan oleh [2], berjudul “Alat Kalibrasi Suhu Dengan *Thermocouple* Dilengkapi *Thermohygrometer*”, rancang bangun alat ini menggunakan sensor SHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, *Thermocouple type-K* sebagai sensor pembanding dan penguji, *Microcontroller* ATmega 328P untuk memproses data dan LCD sebagai penampil data keluaran. Penelitian berikutnya dilakukan oleh [9], dengan judul “Alat Kalibrator Suhu Dilengkapi Dengan *Thermohygrometer*”, prinsip kerja dari alat ini menggunakan 2 sensor suhu *Thermocouple type-K* untuk mendeteksi suhu alat yang diukur, sensor DHT22 untuk mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban ruang, *Microcontroller* sebagai pemroses data lalu hasilnya ditampilkan ke LCD dan disimpan ke *SD Card*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [10], berjudul “Desain Data *Logger* Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega16 Dengan Empat Kanal Input”, penelitian ini menggunakan 4 sensor LM35 sebagai deteksi perubahan suhu. Informasi mengenai suhu dalam satuan derajat Celsius ditampilkan di layar LCD, sementara visualisasi grafiknya muncul pada monitor komputer. Namun ketiga penelitian tersebut kurang efektif, karena pengukuran suhu tidak menggunakan 6 sensor *Thermocouple* dan belum dilengkapi sistem IoT.

Selain itu, di dunia kerja khususnya kalibrasi, alat *Thermocouple* belum dilengkapi sistem IoT sehingga pemantauan tidak dapat dilakukan secara *real-time*. Hal tersebut dapat menghambat pekerjaan karena pengukuran terhadap suhu cukup lama/memakan waktu, maka seorang elektromedis harus fokus melakukan pemantauan terhadap satu alat yang diuji dan sulit melakukan pengukuran/pengujian terhadap alat lain yang belum terkalibrasi.

Dari penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan proses kalibrasi memiliki kepentingan besar untuk memastikan bahwa nilai yang diukur mendekati standar acuan. Sehingga, penulis tertarik untuk mengembangkan suatu alat yang berjudul **“Rancang Bangun Kalibrator Suhu Dengan Sensor *Thermocouple Multi Channel (6 Channel)* Berbasis *Internet of Things (IoT)*”**. Maksud dari pengembangan ini adalah untuk memastikan ketepatan hasil pengukuran suhu dengan cara yang objektif, melibatkan penggunaan 6 sensor untuk membaca suhu. Penerapan IoT sebagai sarana untuk menampilkan hasil pembacaan sensor diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam melakukan proses kalibrasi pada peralatan kesehatan.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

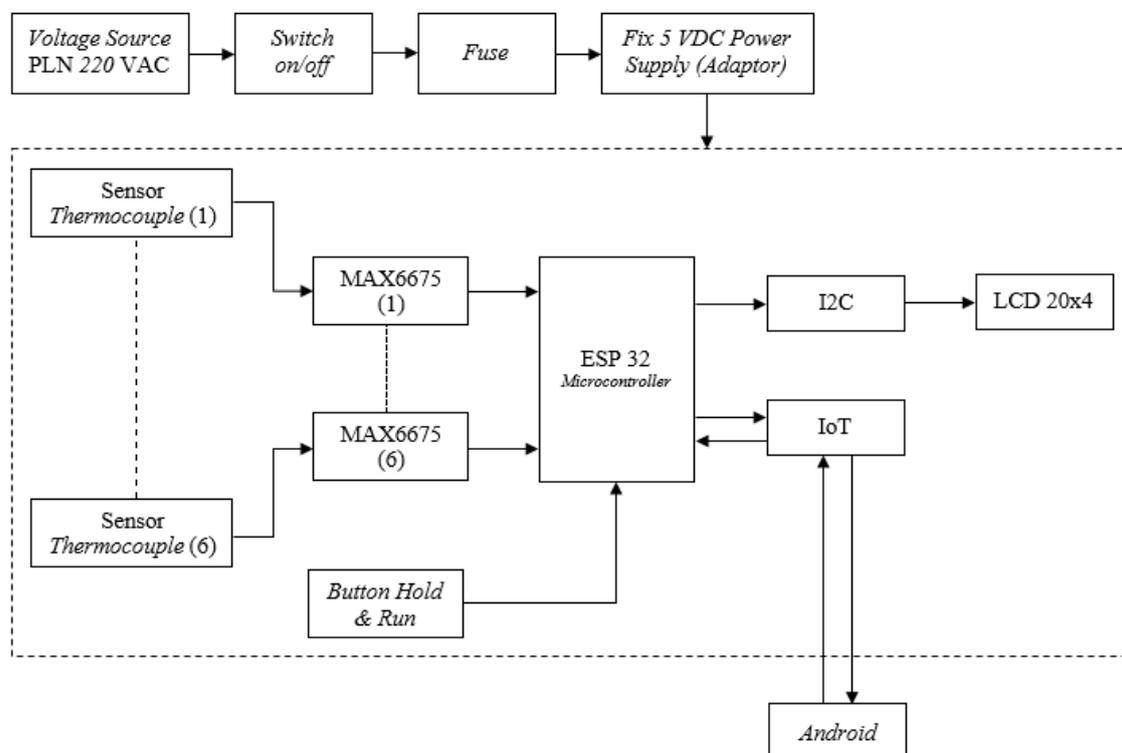
2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah Riset dan Pengembangan (R&D). Penelitian R&D yaitu serangkaian langkah atau tahap-tahap yang memiliki tujuan untuk menciptakan produk terbaru atau untuk meningkatkan produk yang ada sebelumnya, dengan memastikan bahwa pengembangan tersebut dapat dipertanggungjawabkan [11]. Penelitian ini terdiri dari tahapan analisa kebutuhan (*analysis*), perancangan sistem (*design*), pengembangan, dan pengujian.

2.2 Desain / Rancangan

2.2.1 Diagram Blok

Adapun blok diagram penelitian dari alat yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1:



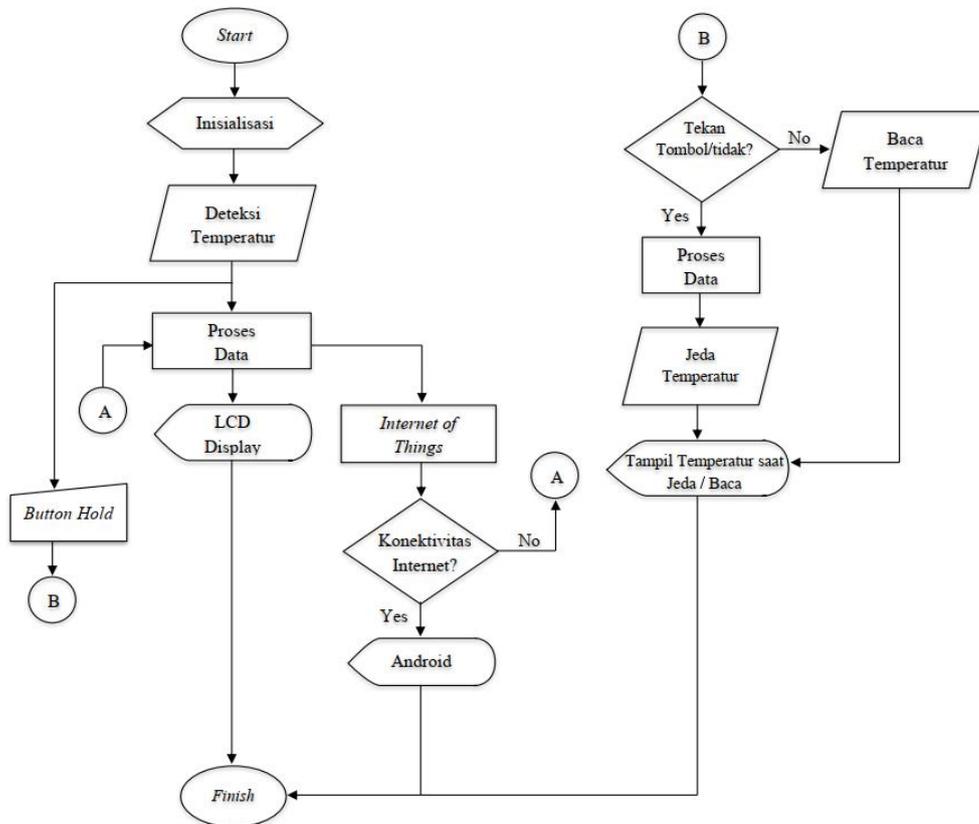
Gambar 1. Blok Diagram Alat

Dengan merujuk pada diagram blok di atas, dapat diuraikan bahwa prinsip kerja dari alat diawali dari sumber tegangan PLN 220 VAC yang berfungsi sebagai sumber tegangan dari DC Power Supply (Adaptor). Apabila Switch ON/OFF ditekan dan dalam keadaan ON, tegangan PLN 220 VAC masuk ke rangkaian DC power supply untuk diturunkan tegangannya menjadi 5 VDC, di mana keluaran dari sumber daya listrik searah (DC power supply) berfungsi sebagai pasokan tegangan untuk semua bagian rangkaian yang memerlukan.

Pertama suhu dideteksi oleh sensor *thermocouple*, lalu suhu tersebut diubah menjadi sinyal listrik. Pada pembuatan alat ini menggunakan 6 sensor *thermocouple* sebagai input deteksi suhu. Kemudian sinyal listrik dikuatkan dan diubah atau dikonversi menjadi data digital oleh MAX6675 Module. Data digital hasil konversi selanjutnya diteruskan ke ESP32 Microcontroller untuk diproses atau diolah datanya. Data suhu yang telah diproses dapat ditampilkan di layar LCD dengan ukuran 20x4. Selain itu, hasil data suhu dari ESP32 Microcontroller juga dapat ditampilkan dan dipantau melalui Android pada perangkat yang telah dipasangkan aplikasi Blynk, namun sebelumnya melalui perantara, yaitu Provider atau konektivitas internet pada Internet of Things (IoT). Untuk menjeda pembacaan sensor dapat menekan *Button Hold & Run* dan untuk mejalankan kembali dapat menekan ulang *Button Hold & Run*. Mode hold & Run juga dapat diatur melalui android, apabila suhu alat yang diukur atau diuji sudah tercapai.

2.2.2 Flowchart / Diagram Alir Prototipe

Diagram alir atau flowchart dari proses yang dijalankan oleh perangkat/alat dapat dilihat seperti bentuk gambar dibawah ini.

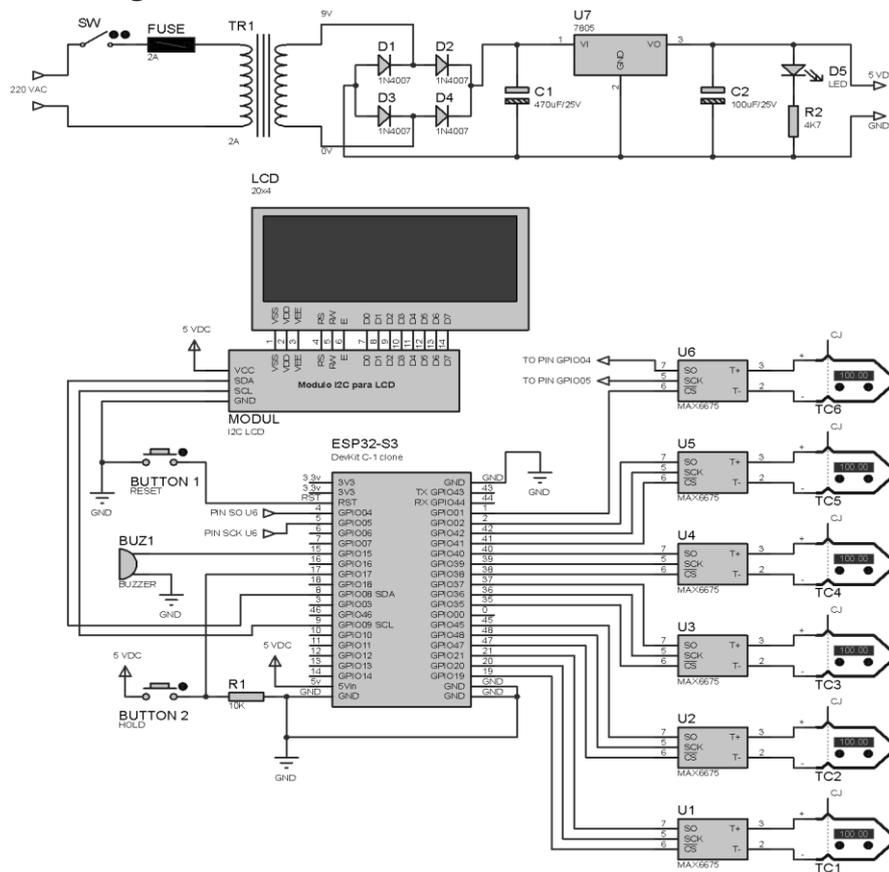


Gambar 2. Flowchart Sistem Alat

Dengan merujuk pada diagram alir dalam Gambar 2, saat tegangan listrik mengalir ke *Microcontroller*, inialisasi dilakukan oleh *Microcontroller* dimana inialisasi ini digunakan untuk mengenali alamat dan register pada program. Setelah proses inialisasi selesai, LCD *display* menampilkan kalimat pembuka yang sudah di program. Kemudian suhu dideteksi atau diukur oleh sensor *Thermocouple Type-K*. Suhu hasil pengukuran sensor selanjutnya di proses dan diolah datanya oleh *Microcontroller*. Hasil pengolahan data tersebut dapat di tampilkan pada LCD *display*. Selain itu, hasil proses data suhu dari *Microcontroller* dapat ditampilkan dan dipantau melalui android dengan adanya IoT, yang sebelumnya harus terkoneksi dengan internet. Pada input kondisi, apabila adanya konektivitas internet maka data suhu dapat ditampilkan di *Android*, dan jika tidak ada konektivitas internet sistem tersebut kembali untuk memproses data sampai menemukan dan terhubung dengan konektivitas internet, dan proses selesai.

2.3 Pembuatan Alat

2.3.1 Desain Perangkat Keras



suhu tersebut diubah menjadi besaran listrik oleh sensor. Besaran listrik akan dikonversi menjadi 12 bit data digital oleh modul MAX6675 yang mana pada masing-masing modul tersebut terhubung dengan sensor *Thermocouple*. Hasil konversi data digital diteruskan ke *Microcontroller* ESP32-S3 untuk diolah dan dihitung datanya. Hasil dari proses data diteruskan ke modul I2C untuk dikirimkan data serialnya ke LCD sehingga data suhu dalam derajat Celsius (°C) dapat ditampilkan pada LCD. Selain itu, data suhu juga dapat ditampilkan melalui aplikasi *Blynk* yang sudah ter-*install* pada perangkat android yang digunakan, namun sebelumnya melalui *provider* sebagai perantara dan beberapa pengaturan pada aplikasi *Blynk* tersebut.

Button 1 terhubung dengan Pin *Reset* pada *Microcontroller* ESP32-S3, fungsinya yaitu untuk melakukan *Reset System* pada alat apabila terdapat pembacaan *Error* saat pengukuran dilakukan. *Button* 2 terhubung dengan Resistor, dan Resistor tersebut dihubungkan ke *Ground* sebagai rangkaian dengan Resistor *Pull-Down*, fungsinya sebagai antisipasi tegangan kejut yang masuk ke *Microcontroller* ESP32-S3 saat *Button* 2 ditekan. Rangkaian *Button* dengan Resistor *Pull-Down* berfungsi sebagai pemilihan dua *Mode*, apakah akan dilakukan *Mode Hold* (jeda tampilan pembacaan) dan/atau *Run* (jalankan pembacaan). Untuk melakukan *Reset System* dan *Hold/Run* tampilan pembacaan dapat dilakukan dengan menekan tombol dari perangkat/alat yang dibuat maupun dari aplikasi *Blynk* di android.

2.3.2 Perencanaan Perangkat Lunak

Tahapan perencanaan perangkat lunak menggunakan *Sketch* Arduino IDE. *debugging code* yang dibuat dijalankan melalui komputer dan di-*upload* ke ESP32-S3 *Microcontroller*.

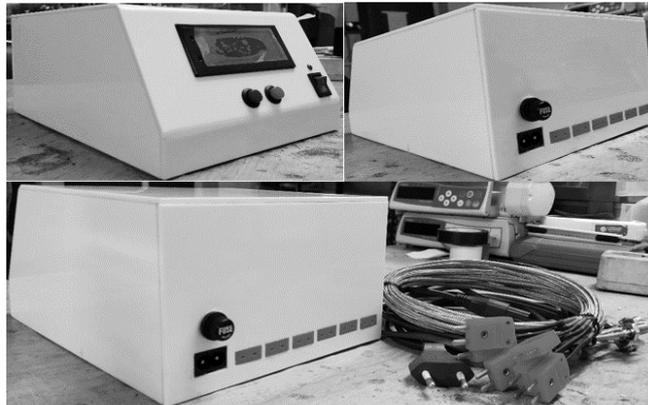
Konversi tegangan menjadi data digital sebagai proses penentuan nilai suhu, konversi yang dilakukan mengambil data analog dari sensor *Thermocouple Type-K* oleh modul MAX6675. Proses penentuan nilai suhu dilakukan oleh *Microcontroller* yang digunakan dan dengan berdasarkan *code* yang sudah dibuat pada *sketch* Arduino IDE. Pembacaan suhu ke derajat Celsius (°C) menggunakan *code* sebagai berikut :

```
thermocouple.readCelsius();
```

Setelah nilai suhu ditentukan proses selanjutnya adalah penampilan nilai suhu ke display dan *Blynk* IoT, dengan menggunakan *code* yang dibuat pada *sketch* dan beberapa pengaturan pada aplikasi *Blynk*.

2.3.3 Desain Alat

Di bawah ini Gambar 4 dapat dilihat desain akhir dari pembuatan alat yang terdiri dari bagian-bagian komponen perangkat keras yang sudah dijadikan menjadi satu.



Gambar 4. Hasil Desain Akhir Pembuatan Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Alat

3.1.1 Pengujian Keakurasian Sensor Suhu

Pengujian akurasi sensor suhu bertujuan untuk menilai sejauh mana ketepatan dan kesalahan data hasil pengukuran sensor. *Digital Thermometer* digunakan sebagai alat pembanding untuk mengukur suhu dari alat yang telah dibuat dan alat *Hyper-Hypothermia* sebagai objek yang di ukur suhunya.

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor suhu (T1-T6) dari alat yang dibuat dan sensor suhu *Digital Thermometer* diatas matras dari alat *Hyper-Hypothermia*. Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali sesuai dengan titik *setting* yang sudah ditentukan pada objek ukur.

Kesalahan sistematis adalah jenis kesalahan pengukuran yang memberikan dampak tetap pada hasil pengukuran [12]. Formula untuk menghitung nilai kesalahan dan persentase kesalahan adalah sebagai berikut:

$$Error = |X - Xi| \dots \dots \dots (1)$$

$$\% Error = \left| \frac{X - Xi}{X} \right| x 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Penjelasan:

X = Data yang sebenarnya

Xi = Data yang terukur

% Error = Kesalahan sistematis

Untuk mendapatkan nilai *Error* dan % *Error*, sebelumnya data hasil pengujian suhu dari alat yang dibuat dihitung nilai rata-ratanya untuk mempermudah proses perhitungan dan analisa. Berikut adalah rumus untuk menentukan nilai rata-rata.

$$\bar{x} = \left| \frac{x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6}{n} \right| \dots \dots \dots (3)$$

Penjelasan:

\bar{x} = *Average*/rata-rata

x = Banyak Data
n = Jumlah Data

3.1.2 Spesifikasi Alat Pemanding



Gambar 5. *Digital Thermometer*

Nama Alat : *Digital Thermometer*
Model/Type : 6802 II/TWO K
Probe Type : *Dual Probe Thermocouple Type-K*
Sumber Daya : *9V Battery*
Accuracy : $\pm 0.5\%$
Temperature Range :
Instrument Body (-50.0°C ~ 1370.0°C, -58°F ~ 2498.0°F)
K-Type Thermocouple (-50°C ~ 500°C, -58°F ~ 932°F)

3.1.3 Spesifikasi *Hyper-Hypothermia* Sebagai Objek Ukur Suhu



Gambar 6. *Hyper-Hypothermia*

Nama Alat : *Hyper-Hypothermia*
Merk : CSZ (CINCINNATI SUB-ZERO)
Model/Type : BLANKETROL III
Range Temperature Setting : $4^{\circ}\text{C} \sim 42^{\circ}\text{C}$, ($39.2^{\circ}\text{F} \sim 107.6^{\circ}\text{F}$)
Patient Temperature Setting : $30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$, ($86^{\circ}\text{F} \sim 104^{\circ}\text{F}$)

Heater : 800 Watts
 Probe Type : 400 Series

3.1.4 Hasil Pengujian Tampilan



Gambar 7. Hasil Pengujian Tampilan

Pengujian tampilan bertujuan untuk menyamakan hasil pembacaan suhu dari alat yang dibuat dengan tampilan pada aplikasi *Blynk*. Pengujian tampilan terhadap suhu yang diukur (T1-T6) pada alat yang dibuat harus memiliki kesamaan dengan tampilan di monitoring *Blynk* android. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi perbedaan/penyimpangan tampilan baik pada alat yang dibuat maupun pada sistem monitoring *Blynk* android, sehingga hasil pengukurannya lebih efektif.

3.1.5 Hasil Pengujian Suhu

Pengujian suhu dilakukan sebanyak 8 kali berdasarkan titik *setting* suhu, yakni pada 5°C, 10°C, 18°C, 23°C, 28°C, 33°C, 38°C, dan 42°C. Adapun hasil pengujian dan analisis suhu rata-rata pada alat yang dibuat dengan menggunakan rumus nomor (3) :

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu

| No. | Setting suhu (°C) | Suhu digital thermometer (°C) | Suhu pada alat yang dibuat (°C) | | | | | | Suhu rata-rata pada alat yang dibuat (°C) |
|-----|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| | | | T1 (°C) | T2 (°C) | T3 (°C) | T4 (°C) | T5 (°C) | T6 (°C) | |
| 1. | 5 | 5,3 | 5,3 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,0 | 5,1 | 5,1 |
| 2. | 10 | 9,8 | 10,1 | 9,3 | 10,1 | 9,7 | 9,7 | 10,2 | 9,8 |
| 3. | 18 | 18,9 | 17,9 | 17,8 | 18,3 | 17,5 | 17,7 | 17,9 | 17,8 |
| 4. | 23 | 24,1 | 23,3 | 23,1 | 23,1 | 22,9 | 22,9 | 23,1 | 23,0 |
| 5. | 28 | 28,4 | 28,1 | 28,1 | 28,1 | 27,7 | 28,1 | 27,9 | 28,0 |
| 6. | 33 | 33,6 | 33,3 | 33,1 | 33,3 | 32,4 | 33,1 | 32,9 | 33,0 |
| 7. | 38 | 37,7 | 37,8 | 38,1 | 38,3 | 37,6 | 37,8 | 37,6 | 37,8 |
| 8. | 42 | 41,6 | 42,5 | 41,7 | 42,0 | 42,2 | 42,0 | 41,5 | 41,9 |

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis untuk menentukan nilai kesalahan dan menghitung persentase kesalahan, yaitu dengan menggunakan rumus nomor (1) dan (2):

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai *Error* dan % *Error* pada Pengujian Suhu

| No | Pengujian Suhu | Alat Pemandi | Alat yang Dibuat | Selisih <i>Error</i> Alat Pemandi dan Alat yang Dibuat | % <i>Error</i> |
|---|----------------|--------------|------------------|--|----------------|
| 1 | 5°C | 5,3°C | 5,1°C | 0,2 | 3,7 |
| 2 | 10°C | 9,8°C | 9,8°C | 0 | 0 |
| 3 | 18°C | 18,9°C | 17,8°C | 1,1 | 5,8 |
| 4 | 23°C | 24,1°C | 23,0°C | 1,1 | 4,5 |
| 5 | 28°C | 28,4°C | 28,0°C | 0,4 | 1,4 |
| 6 | 33°C | 33,6°C | 33,0°C | 0,6 | 1,7 |
| 7 | 38°C | 37,7°C | 37,8°C | 0,1 | 0,2 |
| 8 | 42°C | 41,6°C | 41,9°C | 0,3 | 0,7 |
| Rata-rata <i>error</i> dan % <i>error</i> | | | | 0,4 | 2,2% |

3.2 Analisa Hasil Perhitungan Pengujian Suhu

Dari hasil 8 kali pengujian suhu pada alat yang telah dibuat, diperoleh data sebagaimana tercantum dalam Tabel 2 dan Tabel 3. Dari tabel tersebut dapat dijelaskan bahwa pada masing-masing titik pengujian suhu dari alat pembanding dengan alat yang dibuat didapatkan nilai suhu yang tidak terlalu jauh perbedaannya, sehingga hasil/nilai selisih kesalahan dan persentase kesalahan masing-masing pengujian juga tidak menyimpang jauh. Apabila dihitung nilai rata-rata hasil pengujian suhu pada grafik tersebut didapatkan nilai selisih rata-rata kesalahan (*Error*) sebesar 0,4 dan nilai rata-rata persentase kesalahan (% *Error*) sebesar 2,2%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat yang dikembangkan mampu beroperasi dengan kinerja yang baik sesuai dengan fungsinya, dan proses pengujian suhu dapat dipantau melalui aplikasi *Blynk* pada perangkat Android. Sesuai data hasil pengukuran suhu, nilai suhu rendah dari objek yang diukur yaitu 5°C dan suhu tinggi 42°C, dengan hasil rata-rata suhu rendah yang didapatkan dari pengukuran suhu alat yang dibuat yaitu 5,1°C dan suhu tinggi 41,9°C, sehingga sensor *Thermocouple Type-K* yang digunakan dapat mendeteksi suhu rendah maupun suhu tinggi dengan baik. Berdasarkan data hasil pengukuran suhu, didapatkan nilai rata-rata selisih Kesalahan dari alat pembanding dengan alat yang dibuat dan nilai rata-rata Persentase Kesalahan yaitu selisih *Error* sebesar 0,4 dan % *Error* sebesar 2,2%.

Untuk penelitian dan pengembangan alat lebih lanjut, dapat menggunakan sensor suhu yang memiliki sensitivitas lebih baik, supaya pengujian terhadap suhu tidak terlalu lama, dan Pemilihan modul sensor suhu lain yang memiliki sensitivitas lebih baik lagi dari MAX6675.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Y. N. I. Fathulrohman and A. S. ST., M.Kom, "ALAT MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," JURNAL MANAJEMEN DAN TEKNIK INFORMATIKA, vol. 2, no. 1, pp. 161 - 170, 2018.
- [2]. M. Sofyan, A. Pudji and S. "Alat Kalibrasi Suhu dengan Thermocouple dilengkapi thermohyrometer," Seminar Tugas Akhir, pp. 1-8, Juni 2016.

- [3]. L. Y. T. S. " PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA". no. 1. Patent 54 , 2015.
- [4]. Mohd Zaki, I.; Rosilah, H., "The Implementation of Internet of Things using Test Bed in the UKMnet Environment," *Asia Pac. J. Inf. Technol. Multimed.* 2019, 8, 1–17.
- [5]. Hassan, R.; Nori, S.S.; Othman, N.E., "The improvement of the protection for 6LoWPAN in IoT through non-causal hash function scheme," In *Proceedings of the 2018 15th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, Chiang Rai, Thailand, 18–21 July 2018; pp. 600–603.
- [6]. Jain, P.; Adrangi, F.; Venkatachalam, M., "Cellular IoT Network Architecture," *Google Patents US 10,623,942 B2*, 14 April 2020.
- [7]. Korade, S.; Kotak, V.; Durafe, A., "A review paper on internet of things (IoT) and its applications," *Int. Res. J. Eng. Technol.* 2019, 6, 1623–1630.
- [8]. P. Wibowo and D. A. Prasetya, "Rancang Bangun Data Logger Multi Kanal Terhubung IoT (Internet Of Things) Sebagai Pengukur Temperatur dengan Sensor Thermocouple," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 21, no. 02, pp. 87-94, September 2021.
- [9]. A. D. Raharjo, "ALAT KALIBRASI SUHU DILENGKAPI DENGAN THERMOHYGROMETER DAN PENYIMPANAN DATA," Semarang, 2020.
- [10]. R. and M. Sadli, "DESAIN DATA LOGGER SENSOR SUHU BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16 DENGAN EMPAT KANAL INPUT," *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 17, no. 1, pp. 19-21, Maret 2020.
- [11]. R. Ekawati, E. Permata, M. Fatkhurrohman, I. and S. Afridah, "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Kit Teknik Digital berbasis Cooperative Learning Approach," *Jurnal Pendidikan*, vol. 12, no. 2, pp. 180-193, 2021.
- [12]. S. M. Faradiba, "BUKU MATERI PEMBELAJARAN METODE PENGUKURAN FISIKA," Jakarta: BMP.UKI:FR-01-MPF-III-2020, 2020.