

Rancang Bangun Kalibrator Termometer Digital Klinis Menggunakan Media Air Berbasis Mikrokontroler

Muh. Aksaid Hafid, La Ode Hamrin², Ridia Utami Kasih³
^{1,2,3}Teknologi Elektro-Medis Universitas Mandala Waluya
^{1,2,3}Jl.Jend. A.H Nasution Kota Kendari 93231

Corresponding author: (e-mail:ibnuhafid2018@gmail.com)

Intisari— Dalam bidang kesehatan, pengukuran suhu tubuh merupakan tindakan diagnosis untuk mengetahui apakah seseorang dalam kondisi sehat atau tidak. Para medis saat ini sering menggunakan termometer digital untuk mengukur suhu tubuh pasien. Alat ini memerlukan pengecekan rutin dan kalibrasi sesuai standar sebelum atau setelah digunakan. Kalibrasi dilakukan untuk menjaga kondisi dan akurasi alat ukur. Untuk melakukan kalibrasi, diperlukan suatu media untuk mensimulasikan kondisi suhu tertentu. Karena itu, metode perbandingan langsung dengan alat ukur standar tidak dapat digunakan untuk melakukannya. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk membuat alat kalibrasi termometer digital yang menggunakan media air dan berbasis mikrokontroler. Kalibrator termometer ini dirancang menjalankan sistem pengontrol suhu untuk mensimulasikan suhu 35°C hingga 40°C. Secara keseluruhan sistem dikontrol oleh mikrokontroler Atmega328, kontrol suhu menggunakan mosfet D4814 sebagai driver pemanas pada media kalibrasi, sedangkan suhu pada media kalibrasi diukur oleh sensor DS18B20, kemudian hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat bekerja sesuai rancangan. Sistem kontrol suhu dapat berfungsi dengan baik, saat suhu pengaturan tercapai mikrokontroler akan menginstruksikan *driver* pemanas untuk mengurangi kinerja pemanas agar suhu pada media kalibrasi tidak melewati pengaturan suhu yang diinginkan. Sensor suhu berhasil mengukur suhu dan hasil pengukurannya ditampilkan pada layar LCD. Hasil perbandingan dengan alat ukur standar diperoleh nilai error rata-rata sebesar 0.56%.

Kata Kunci : Kalibrasi, Suhu, Termometer, Atmega328, Sensor DS18B20, Mosfet D4184

I. PENDAHULUAN

Di era saat ini, pengukuran suhu merupakan aspek yang sangat penting dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang kesehatan. Salah satu metode diagnostik yang digunakan dalam bidang kesehatan adalah mengukur suhu tubuh pasien. Pemeriksaan suhu menilai kondisi metabolisme tubuh, yang merupakan proses di mana tubuh menghasilkan panas secara kimiawi melalui metabolisme. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh disebut termometer. [1]. Salah satu cara untuk menentukan seseorang sehat atau tidak adalah dengan mengetahui kondisi suhu tubuhnya. Para medis menggunakan termometer untuk mengukur suhu pasien. Suhu tubuh manusia normalnya sekitar 36°C hingga 37°C saat sehat, tetapi saat demam, suhu tubuh dapat meningkat hingga 40°C, dan seseorang dikatakan mengalami hipotermia jika suhunya lebih rendah dari normal [2].

Pada umumnya termometer yang sering digunakan untuk mengukur suhu tubuh manusia terbagi menjadi dua yaitu analog (air raksa) dan digital [3]. Seiring waktu, termometer digital mulai menggantikan termometer air raksa, yang telah digunakan selama ratusan tahun untuk mengukur suhu tubuh manusia baik di klinik maupun di

rumah. Termometer air raksa sudah mulai ditinggalkan karena mereka dapat melepaskan merkuri, suatu neurotoxin kuat yang menyebar di seluruh dunia melalui udara dan perairan. Karena berbahaya untuk otak, ginjal, jantung, dan paru-paru jika terpapar langsung dengan uap merkuri, termometer digital adalah pilihan yang lebih baik karena lebih mudah digunakan dan hasil pengukurannya dapat dibaca dengan mudah. [4].

Termometer digital adalah salah satu alat ukur untuk mengukur suhu dengan penunjukan digital. Alat ini terdiri dari dua bagian penting, sensor suhu dan layar LCD sebagai indikator untuk menampilkan hasil pengukuran. Dengan cara kerja yang mudah dan praktis, termometer digital menyediakan hasil yang cepat dan sangat akurat pada kisaran suhu tubuh. Ini memungkinkan pengguna untuk mengukur suhu dengan cepat dan dengan mudah membaca layar termometer [5]. Alat ini menggunakan sensor untuk mengukur suhu objek. Data analog dari sensor dikirim ke pusat mikrokontroler, yang mengubah data analog menjadi data digital, dan outputnya ditampilkan pada layar LCD. Sensor yang digunakan pada termometer digital memiliki tingkat kesalahan dan ketidakpastian yang berbeda-beda [6]. Oleh karena itu, termometer digital harus diuji secara

teratur dan dikalibrasi sesuai standar baik sebelum atau setelah digunakan dalam jangka waktu tertentu. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan kondisi alat ukur dan nilai penyimpangannya. Kalibrasi adalah proses menentukan nilai dan keakuratan suatu alat dengan membandingkannya dengan instrumen tertentu sehingga menghasilkan nilai yang menunjukkan keakuratannya. Instrumen dianggap layak jika hasil pengukuran kalibrasi memenuhi standar nasional atau internasional [7].

Alat yang berfungsi sebagai standarisasi bagi alat ukur lain tersebut disebut dengan istilah Kalibrator [8]. Saat melakukan pengecekan dan kalibrasi, metode perbandingan langsung dengan instrumen standar tidak dapat digunakan. Sebaliknya, kondisi suhu tertentu harus disimulasikan melalui suatu media. [9].

Sebelumnya kalibrasi termometer klinis pernah di buat oleh Cindiyani Haris ditahun 2023 dengan judul rancang bangun alat kalibrasi termometer klinis digital, pada alat tersebut beliau menggunakan media dry block atau kering dan menggunakan sensor DS18B20. Dari hasil kedua penelitian tersebut masih ditemukan nilai error.

Berdasarkan permasalahan diatas, dalam penelitian ini dirancang kalibrator termometer digital berbasis mikrokontroler dengan menggunakan media air sebagai media kalibrasi serta menggunakan sensor suhu DS18B20 yang dapat ditempatkan dalam air (tahan air).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen pembuatan alat yang menggunakan beberapa tahapan dalam mendesain alat mulai dari penyiapan alat dan bahan, perancangan blok diagram dan pembuatan skematik rangkaian. Setelah alat selesai dilakukan serangkaian uji coba.

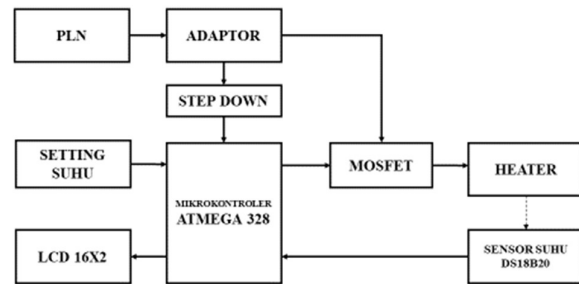
A. Alat dan Bahan

Merancang program *software* mikrokontroler melalui aplikasi *Arduino IDE*, serta *tool set* untuk membuat rangkaian keseluruhan dan bahan yang digunakan yaitu Box elektronik ukuran X5 (14,5cm x 9,5cm x 5 cm), mikrokontroler atmega328p, kristal/osilator, kapasitor, resistor, sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu pada media kalibrasi, LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 untuk menampilkan hasil pengukuran sensor suhu, mosfet D4184 sebagai *driver* pemanas, *heater* sebagai pemanas media kalibrasi, modul step down digunakan untuk menurunkan tegangan dari adaptor menuju ke rangkaian mikrokontroler, saklar *on/off*, tombol *push button*, *adaptor* 12V DC, *port adaptor*, papan project atau PCB dan *buzzer*.

B. Blok Diagram

Gambar 1 merupakan blok diagram dari alat Kalibrator Termometer klinis menggunakan media air

berbasis Mikrokontroler ATmega 328 yang terdiri dari beberapa blok.

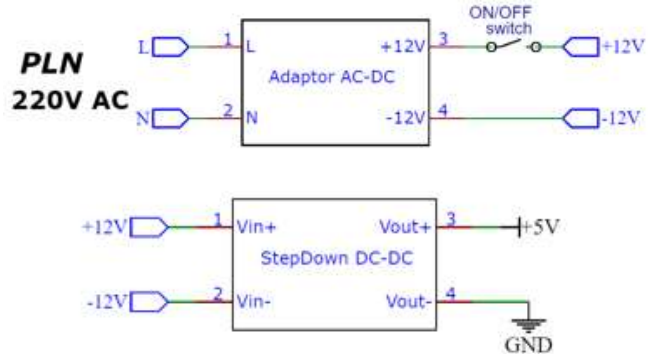


Gambar 1. Blok diagram

C. Skematik rangkaian

Rangkaian alat ini terdiri dari beberapa rangkaian yakni:

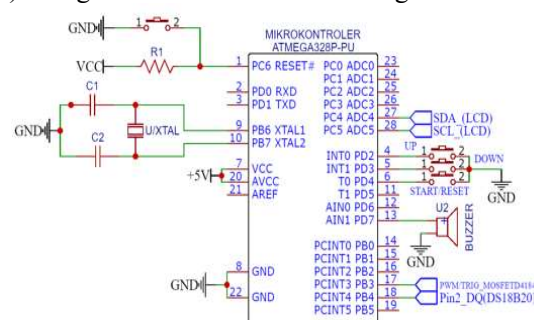
a) Rangkaian Power Supply (Catu daya)



Gambar 2. Rangkaian Catu daya

Rangkaian catu daya atau power supply bersumber dari PLN 220V, kemudian adaptor akan menurunkan dan merubah menjadi 12VDC untuk digunakan pada elemen pemanas (*Heater*) dan modul stepdown akan menurunkan tegangan dari 12VDC menjadi 5VDC untuk menyuplai tegangan pada mikrokontroler.

b) Rangkaian Mikrokontroler Atmega328

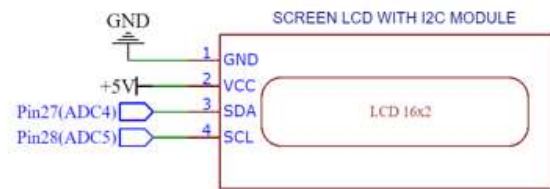


Gambar 3. Rangkaian sistem minimum atmega328

Rangkaian mikrokontroler atau sistem minimum berfungsi untuk memproses data atau sinyal dari Sensor

suhu DS18B20, mengirim sinyal ke PWM ke Modul mosfet D4184 dan mengolah data untuk ditampilkan pada layar LCD 16x2.

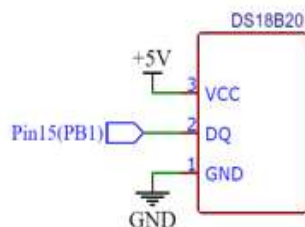
c) Rangkaian LCD dengan Modul I2C



Gambar 4. Rangkaian LCD dengan Modul I2C

Rangkaian berfungsi sebagai display untuk menampilkan data yang telah diproses oleh Mikrokontroler *ATmega328*. Rangkaian ini dihubungkan ke mikrokontroler pada pin 27 dan 28.

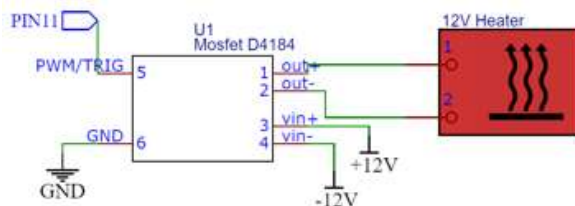
d) Rangkaian Sensor suhu



Gambar 5. Rangkaian Sensor suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 sebagai sensor suhu. Rangkaian ini terhubung ke pin 15 mikrokontroler untuk pin DQ sensor, pin VCC terhubung ke sumber tegangan 5VDC dan GND terhubung ke grounding.

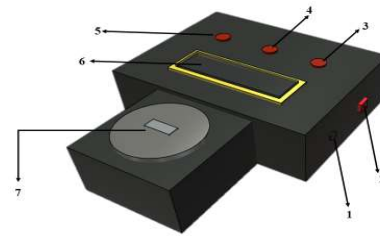
e) Rangkaian Driver Heater



Gambar 6. Rangkaian Driver Heater

Rangkaian driver heater terdiri dari Modul Mosfet D4184 dan heater 12VDC. Modul Mosfet D4184 berfungsi sebagai *Driver heater* yang akan mengontrol panas *heater* dengan sistem PWM. Heater atau elemen pemanas sebagai sumber energi panas.

D. Desain Alat



Gambar 7. Desain alat

Keterangan :

1. Port adaptor
2. Saklar ON/OFF
3. Tombol Up
4. Tombol Down
5. Tombol Start/Reset
6. Layar LCD
7. Tempat akses termometer (Media kalibrasi)

E. Pengambilan data

Pengambilan data pada alat ini dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan sensor suhu yang terampil pada layar LCD dengan termometer standar. Pengujian dilakukan dengan 6 kali pengambilan data pengukuran suhu disetting suhu yang berbeda-beda, pengukuran bertahap dimulai dari setting suhu 35°C hingga 40°C. Adapun proses detail tahap pengambilan data adalah sebagai berikut:

- 1) Menghubungkan adaptor ke sumber tegangan (PLN 220V AC)
- 2) Menyalakan alat dengan menekan saklar ON/OFF pada posisi ON.
- 3) Mengisi wadah media kalibrasi dengan media air.
- 4) Menyetting suhu dengan menekan push button (UP/DOWN) sesuai yang diinginkan dengan pengaturan setting suhu 35°C sampai 40°C.
- 5) Menunggu hingga kalibrator termometer digital mencapai suhu setting.
- 6) Jika suhu setting telah tercapai, amati hasil pengukuran sensor suhu yang tertera pada LCD.
- 7) Menyiapkan termometer standar, nyalakan kemudian masukkan pada media air kalibrasi.
- 8) Lakukan pengukuran suhu pada media kalibrasi dengan termometer standar, pastikan pengukuran sensor suhu kalibrator sesuai dengan termometer standar.
- 9) Ambil data suhu yang tertera pada layar LCD
- 10) Catat hasil pengukuran suhu yang tertera pada LCD dan hasil pengukuran termometer standar yang tertera.
- 11) Lakukan 6 kali pengambilan data pengukuran disetting suhu yang berbeda-beda 35, 36, 37, 38, 39, dan 40(°C)

F. Analisa Data

Analisa data yang dilakukan untuk memperoleh nilai selisih dan nilai error pada rata – rata hasil pengukuran sensor DS18B20 yang tertampil pada layar LCD dengan rata – rata hasil pengukuran termometer standar. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung rata-rata pada hasil pengukuran sensor pada LCD dan rata-rata hasil pengukuran termometer standar.

$$m = a/b$$

Keterangan:

m = mean atau rata-rata

a = jumlah data

b = banyak data

Untuk persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kesalahan atau error adalah sebagai berikut :

$$Error\% = ((a-b)/b) \times 100\%$$

Keterangan :

a = nilai suhu rata-rata pada LCD

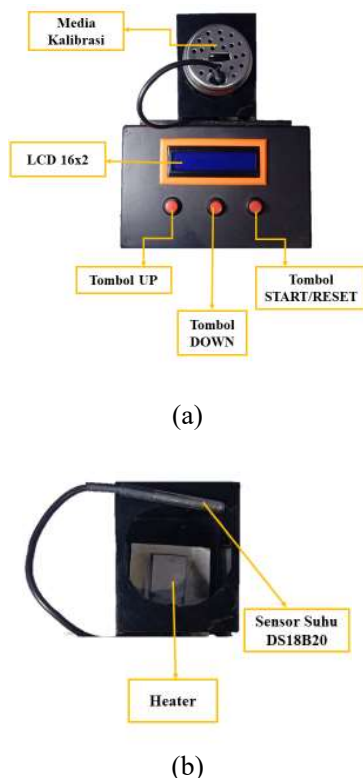
b = Nilai rata-rata pada termometer standar

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Hasil Alat Kalibrator Termometer

Dalam penyusunannya, alat Kalibrator Termometer terdiri atas beberapa komponen sebagaimana yang dapat dilihat pada Gambar 8 yang menampilkan tampak dalam keseluruhan dari alat tersebut.



(c)



(d)

Gambar 8. (a) Tampak bagian atas alat, (b) Tampak bagian dalam media kalibrasi (c) Tampak bagian samping alat (d) Bagian dalam alat (Rangkaian keseluruhan)

2. Standar Operasional Prosedur (SOP)

- a. Menghubungkan adaptor ke sumber tegangan (PLN 220V AC)
- b. Menyalakan alat dengan menekan saklar ON/OFF pada posisi ON.
- c. Mengisi wadah media kalibrasi dengan media air.
- d. Menyetting suhu dengan menekan push button (UP/DOWN) sesuai yang diinginkan dengan pengaturan setting suhu 35°C sampai 40°C.
- e. Jika suhu telah tercapai, masukkan termometer digital yang ingin dikalibrasi pada media kalibrasi.
- f. Amati dan bandingkan hasil pengukuran suhu pada layar LCD dan termometer yang dikalibrasi, apabila terdapat selisih yang jauh maka termometer tersebut tidak laik dipakai.
- g. Setelah selesai, kosongkan wadah air media kalibrasi

- h. Membersihkan sisa-sisa air pada wadah, sebelum menempatkan kembali pada tempatnya.
- i. Matikan alat dengan menekan saklar ON/OFF pada posisi OFF
- j. Melepas adaptor dari sumber tegangan (PLN 220V AC)

3. Analisa Data

Pengujian data pada alat ini melibatkan pengambilan data dari 6 setting suhu yang berbeda dengan enam kali pengambilan data. Analisa data dilakukan untuk memperoleh nilai selisih dan nilai error pada rata – rata hasil pengukuran sensor DS18B20 yang tertampil pada layar LCD dengan rata – rata hasil pengukuran termometer standar. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung rata-rata pada hasil pengukuran sensor pada LCD dan rata-rata hasil pengukuran termometer standar. Sehingga diperoleh hasil analisa data alat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa data

Setting Suhu (°C)	Suhu rata-rata pada LCD (°C)	Suhu rata-rata termometer standar (°C)	Selisih	Error%
35	35,1	35,3	0,2	0.5%
36	36,4	36,6	0,2	0.5%
37	37,4	37,5	0,1	0.2%
38	38,1	37,9	0,2	0.5%
39	38,8	39,2	0,4	1%
40	40,1	40,3	0,2	0.4%
Rata-rata				0.5%

Sumber: Hasil Analisis Data Primer (2024)

B. Pembahasan

Alat kalibrasi atau Kalibrator dirancang untuk membantu proses menentukan keakuratan dan kelaikan pakai suatu alat ukur. Rancang bangun kalibrator termometer digital klinis media air ini dirancang dengan tujuan tersebut dengan cara mensimulasikan suhu tertentu dibantu dengan sistem mikrokontroler untuk menstabilkan suhu serta menampilkan pengukuran sensor suhu. Keakuratan suatu alat ukur sangat penting khususnya pada alat termometer digital klinis karena alat ini digunakan untuk mendiagnosa atau memeriksa suhu pasien untuk menentukan diagnosa selanjutnya.

Adapun proses pembuatan alat ini diawali dengan pengumpulan alat dan bahan yang diperlukan. Alat dan

bahan yang digunakan yaitu Box elektronik ukuran X5 14,5x9,5x5(cm), atmega328p, kristal/osilator, kapasitor, resistor, sensor suhu DS18B20, LCD 16x2, mosfet D4184, heater ptc, modul *step down*, saklar, push button, adaptor 12V DC, port adaptor, pcb, dan buzzer. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan rangkaian sistem minimum menggunakan IC Atmega328p, mikrokontroler ini membutuhkan catu daya 5V dc sehingga rangkaian sistem minimum ini dihubungkan dengan modul stepdown karena adaptor yang digunakan menggunakan adaptor 12V DC. Mikrokontroler ini akan menjalankan sistem kontrol suhu dimana komponen yang bekerja yaitu mosfet d4184 sebagai driver heater, heater ptc sebagai sumber suhu, dan sensor suhu ds18b20, sistem kontrol suhu ditampilkan melalui layar display LCD 16x2. Tahap berikutnya proses pembuatan hardware atau casing alat untuk cover rangkaian yang telah dibuat sebelumnya, dilakukan pengeboran dan pemotongan box untuk layar LCD, tiga buah push button, satu port DC, dan saklar On/Off.

Selain perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*), alat ini juga membutuhkan pembuatan perangkat lunak (*software*). Bahasa pemrograman (C++), adalah kode atau perintah yang digunakan agar alat dapat bekerja secara otomatis, untuk mengolah data hasil pengukuran alat serta menjalankan sistem kontrol suhu yang telah dirancang, kode ini dimasukkan ke dalam rangkaian mikrokontroler. Selanjutnya, aplikasi Arduino Uno dapat dihubungkan ke mikrokontroler melalui kabel ISP USB.

Proses perancangan dan pembuatan *software* dan *hardware* yang diperlukan untuk alat tersebut telah selesai. Langkah berikutnya adalah melakukan uji fungsi dan pengambilan data untuk memastikan bahwa alat yang dibuat dapat digunakan dengan baik. Tentu saja, alat perbandingan digunakan untuk melakukan uji fungsi, dalam pengujian ini digunakan termometer standar sebagai perbandingan atau referensi Pengujian dilakukan dengan 6 kali pengambilan data pengukuran suhu disetting suhu yang berbeda-beda, pengukuran bertahap dimulai dari setting suhu 35°C hingga 40°C. Pengujian perlu dilakukan untuk menganalisis tingkat presisi sensor suhu dengan termometer standar, jika hasil sensor mendekati atau sama dengan hasil termometer standar bisa dipastikan sensor memiliki akurasi yang baik [10].

Berdasarkan hasil pengukuran yang tertera pada tabel 1 menunjukkan bahwa sensor suhu yang digunakan cukup mendekati nilai pengukuran suhu termometer standar dengan selisih 0,1-0,5 namun untuk sistem pengontrolan suhu masih belum cukup stabil dengan setting suhu yang diberikan. Kemudian hasil analisa data pada tabel 2 telah dilakukan perhitungan nilai error atau kesalahan dengan rata-rata sebesar 0.56%.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa alat yang telah dirancang ini dapat

digunakan untuk melakukan proses kalibrasi termometer digital klinis. Namun untuk kestabilan suhu dari media kalibrasi masih belum baik, hal ini dapat disebabkan oleh sifat air yang menyerap dan menghantarkan panas. Maka dari itu dapat dikatakan bahwa alat ini telah berhasil memenuhi tujuan dan berhasil mampu beroperasi dengan baik.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan hasil alat ini, dapat di simpulkan bahwa :

1. Perancangan dan pembuatan alat Kalibrator termometer digital klinis menggunakan media air berbasis mikrokontroler telah berhasil dibuat dengan menggunakan sensor suhu DS18B20, mosfet D4184, dan heater ptc dihubungkan ke mikrokontroler. Hasil pengukuran suhu ditampilkan pada layar LCD.
2. Sistem pengontrolan suhu diatur oleh mikrokontroler menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). Apabila setting suhu telah mencapai maka mikrokontroler akan mulai mengurangi kinerja heater melalui pin PWM mosfet D4184.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Workshop Prodi D-III Teknologi Elektro-Medis Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Mandala Waluya telah memnerikan sarana dan prasarana dalam penyelesaian penelitian ini. Serta terima kasih kepada pihak yang telah berkontribusi pada penyelesaian penelitian dan artilel ini.

REFERENSI

- [1] Rahmawati, A., Winardi, S., & Trisianto, D. (2012). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh Dengan Tampilan Digital Dan Keluaran Suara Berbasis Mikrokontroller Avr At Mega 8535.
- [2] Masnur, A. (2018). Jenis Termometer. Diakses dari <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>. (Diakses pada tanggal 05 Mei 2024).
- [3] Safitri, M., & Dinata, G. A. (2019). Non-Contact Thermometer Berbasis Infra Merah. Jurnal

- Simetris, 10(1).
- [4] Nusi, D. T., Danes, V. R., Moningka, M. E. W., Manado, S. R., Fisika, B., Kedokteran, F., Sam, U., & Manado, R. (2013). Perbandingan Suhu Tubuh Berdasarkan Pengukuran Menggunakan Termometer Air Raksa Dan Termometer Digital Pada Penderita Demam Di Rumah Sakit Umum Kandou Manado..
- [5] Saptania, R. D., Titisari, D., & Syaifudin, S. (2021). Perancangan Media Air pada Kalibrator Termometer Digital Badan. Jurnal Teknokes, 14(1), 10–13. <https://doi.org/10.35882/teknokes.v14i1.2>.
- [6] Ardiyanto, A., & Edy Supriyadi, dan. (2021). *Alat Pengukur Suhu Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Inframerah Dan Alarm Pendeteksi Suhu Tubuh Diatas Normal*.
- [7] Andy Firdaus, A. J., Pramono, D., Purnomo, W., & Korespondensi, P. (2020). Pengembangan Sistem Informasi Upt Kalibrasi Dinas Kesehatan Kabupaten Malang Berbasis Web (Vol. 1, Nomor 1).
- [8] Puspita, A. (2010). *Rancang Bangun Alat Kalibrator Suhu Menggunakan Ds18s20 Berbasis Avr Atmega 8535*. Skripsi.
- [9] Handayani, & Titisari, D. (2019). Perancangan Media Kalibrasi Termometer Suhu Badan Dengan Sensor Ds18b20 Berbasis Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya*, 161–166.
- [10] Ekayana Gede, A. A. (2020). *Implementasi Dan Analisis Data Logger Sensor Temperature Menggunakan Web Server Berbasis Embedded System*. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, 17(1).