

Rancang Bangun Alat Kalibrasi Termometer Badan Berdasarkan Indikator Suhu Chamber Berbasis Arduino

Fajar Basuki¹, Supriyana Nugroho², Cicilia Puji Rahayu³, Ari wibowo⁴

^{1,2,3}Fakultas Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Surakarta
basukiptw@gmail.com¹⁾ supriyananugroho@gmail.com²⁾ ciciliapuji2@gmail.com³⁾,
wibowo1984.ari@gmail.com⁴⁾

ABSTRACT

Thermometers are used to measure a patient's body temperature. The more frequently a thermometer is used, the greater the likelihood of inaccurate measurement results. This inaccuracy in thermometer measurements can be caused by damage to the infrared measuring instrument. This damage can be caused by several things, including the age of the measuring instrument, being hit by a hard object, or frequently falling. The accuracy of body temperature measurements using a thermometer is very important, so it is important to calibrate the measuring instrument needed to determine the accuracy of the measurement results. The purpose of this study is to design a body thermometer calibrator based on an Arduino-based chamber temperature indicator. The type of thermometer being calibrated is a digital body (clinical) thermometer. This designed calibration tool uses a DS18B20 temperature sensor, uses a temperature of 350-400 C and is also equipped with a water pump that functions to pump water in the chamber automatically without having to pour manually to minimize water spills during the pouring process. The results of the research conducted showed that the calibration tool obtained correction data of 0.250 C, according to the test results using a temperature of 350 – 400 C. This calibration tool is included in the criteria for the testing and/or calibration work method published by the Directorate General of Health Services.

Keywords : *Arduino, Chamber, Calibration, Body thermometer.*

INTISARI

Termometer digunakan untuk mengukur suhu tubuh pada pasien. Semakin sering penggunaan pada termometer maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya ketidaktepatan hasil pengukuran pada termometer tersebut. Ketidaktepatan pengukuran termometer ini bisa disebabkan oleh kerusakan pada alat ukur infrared. Kerusakan ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya umur alat ukur yang sudah tua, terbentur benda keras atau sering jatuh. Ketepatan pengukuran suhu badan menggunakan termometer sangat penting, maka penting untuk melakukan kalibrasi terhadap alat ukur yang diperlukan untuk mengetahui akurasi hasil pengukuran. Tujuan penelitian ini untuk merancang alat kalibrator termometer badan berdasarkan indikator suhu chamber berbasis Arduino. Jenis termometer yang dikalibrasi jenis termometer badan (klinik) digital. Alat kalibrasi yang dirancang ini menggunakan sensor suhu DS18B20, menggunakan suhu 35⁰ – 40⁰ C dan dilengkapi juga dengan pompa air yang berfungsi untuk memompa air yang ada dalam chamber secara otomatis tanpa harus menuang secara manual guna meminimalisir tumpahan air saat proses penuangan. Hasil penelitian yang dilakukan bahwa alat kalibrasi mendapatkan data koreksi sebesar 0,25⁰ C, sesuai hasil pengujian menggunakan suhu 35⁰ – 40⁰ C. Alat kalibrasi ini masuk dalam kriteria metode kerja pengujian dan atau kalibrasi yang diterbitkan oleh direktorat jenderal pelayanan kesehatan.

Kata Kunci : *Arduino, Chamber, Kalibrasi, Termometer badan.*

I. Pendahuluan

Suhu merupakan ukuran derajat dingin atau panasnya suatu benda, maka perlu suatu besaran yang dapat diukur beserta alat ukurnya (Fitria dan Wahyuni, 2018). Sedangkan Nusi dkk. (2012) menyatakan bahwa alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Beberapa jenis termometer yang dikenal secara umum yaitu termometer ruang, termometer laboratorium, dan termometer klinis. Termometer yang digunakan dokter untuk mengetahui suhu dalam tubuh pasien dan yang biasa digunakan masyarakat pada umumnya merupakan termometer klinis. Suhu tubuh yang mengalami demam dapat melebihi 40 derajat, sedangkan suhu tubuh yang sehat memiliki suhu sekitar 36 derajat (Fitria dan Wahyuni, 2018).

Termometer yang sering digunakan bisa mengalami beberapa kejadian seperti terbentur benda keras dan jatuh. Akibat dari hal tersebut, dapat menimbulkan kerusakan termometer dalam hal ketidaktepatan dalam pengukuran suhu. Selain dua hal tersebut, ketidaktepatan pengukuran suhu bisa

disebabkan oleh seringnya penggunaan dan umur penggunaan yang sudah tua. Agar thermometer tidak mengalami ketidaktepatan pengukuran, maka harus sering dilakukan kalibrasi secara berkala sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 54 Tahun 2015. Kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan/atau bahan ukur. Setiap Alat kesehatan yang digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan dan fasilitas kesehatan lainnya harus dilakukan uji dan/atau kalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan atau Institusi Pengujian Fasilitas Kesehatan. Salah satu alat yang wajib dilakukan kalibrasi secara berkala adalah termometer.

Pada umumnya kalibrasi alat termometer klinik dilakukan menggunakan termometer digital sebagai standar dan *water bath* sebagai media untuk mengkondisikan suhu air dalam *chamber*. Kekurangan alat ini kurang efisien karena alat masih terpisah, tidak adanya tiang penjepit pada *water bath* menjadi salah satu kekurangan alat apabila digunakan sebagai media *chamber* kalibrator termometer serta masih menggunakan metode manual untuk menguras cairan dalam

chamber yaitu dengan cara dituang dan proses penuangan cairan dalam *chamber* dirasa kurang aman karena dapat mengalir pada *body* alat *water bath* saat proses penuangan yang dapat berakibat mengalirnya air ke dalam alat *water bath*. Berdasarkan perihal tersebut, maka peneliti merancang alat kalibrasi termometer badan menggunakan sensor suhu DS18B20 berbasis Arduino dengan tujuan penggunaan lebih efisien.

II. Kajian Pustaka

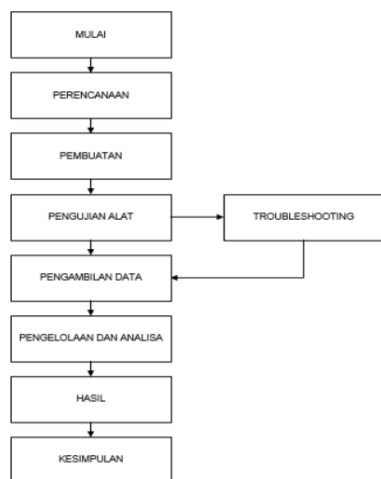
Penelitian yang dilakukan oleh Firmansyah Azharul, dkk. (2021) menghasilkan alat kalibrasi pengukur suhu mendapatkan data koreksi sebesar 0.1°C. Alat kalibrasi dengan benda kerja didapatkan nilai 0.4°C. Adapun hasil pengujian sesuai dengan fungsinya dengan menggunakan alat pemanas temperatur 50°C, 75°C, 100°C.

Lalu Riyan Hapi, dkk.(2021), dalam penelitiannya telah berhasil membuat rancang bangun alat kalibrasi digital menggunakan sensor MPX5100DP untuk membaca tekanan yang dibantu Arduino uno dengan hasil ditampilkan melalui LD berukuran 16x2.

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Aldimor Setiawan, dkk. (2024) telah mendesain alat kalibrasi dengan ukuran kecil dilengkapi fitur pemantauan suhu dan kelembaban ruangan serta integrasi thermohygrometer agar proses kalibrasi lebih efektif. Alat kalibrasi yang dihasilkan mempunyai bahan plastik menggunakan sumber daya 220V yang dikonversi menjadi 12 V DC melalui adaptor sebagai input mikrokontroler.

III. Metodologi

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan sebagai berikut :

- a. Perencanaan
 - 1) Merencanakan blok diagram alat dan rangkaian alat serta komponen alat.
 - 2) Perencanaan Flowchart program alat.
- b. Pembuatan hardware.
- c. Pembuatan program Mikrokontroler menggunakan aplikasi

Arduino.

b. Pembuatan

Proses pembuatan alat dimulai dengan tahap pertama adalah pengumpulan semua komponen-komponen alat baik itu untuk sistem mekanik dan sistem elektronik seperti power supply, Arduino, pompa air, sensor. Tahap kedua dimulai sesuai konsep desain yang telah dibuat, baik itu desain mekanik dan fisik serta rangkaian elektronik.

c. Pengujian Alat

Menyalakan alat kemudian melakukan pengecekan pada semua sistem dari alat. Jika dalam proses uji fungsi terdapat kendala, langkah *troubleshooting* akan ditempuh.

d. Troubleshooting

Troubleshooting dilakukan apabila pada saat pengujian alat adalah terjadi *overheat* dimana pada saat nilai sensor mencapai nilai setting heater mati, tetapi suhu tetap naik lebih dari 1°C, langkah yang dilakukan adalah mengganti elemen heater yang awalnya berukuran 30cm, diganti dengan elemen yang berukuran 10cm tetapi ternyata dengan mengganti elemen heater berukuran 10cm waktu untuk memanaskan menjadi lebih lama dan nilai stabil pada titik setting lebih singkat, maka dari itu elemen diganti dengan ukuran 20cm.

e. Pengambilan Data

Setelah dilakukan uji coba dan memastikan tidak ada masalah, maka tahap selanjutnya yaitu pengambilan data suhu termometer, setting suhu dan suhu *chamber*.

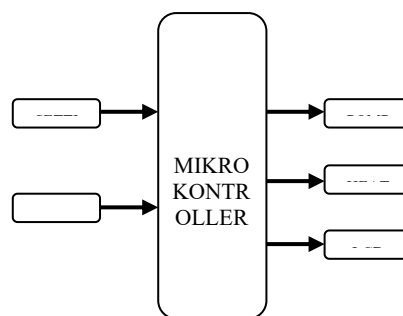
f. Pengolahan dan Analisis Data

Setelah semua data terkumpul, kemudian dilakukan pengelompokkan dan pengolahan serta analisis data.

IV. Perancangan

A. Diagram Blok

Diagram blok dari sistem yang dirancang, ditunjukkan pada Gambar 2.

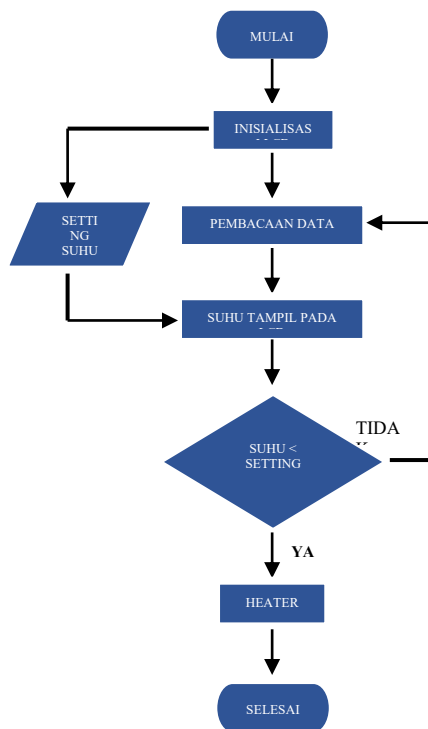


Gambar 2. Diagram Blok

Rangkaian yang dibuat merupakan alat yang berfungsi untuk kalibrasi alat termometer badan (klinik), dengan prinsip kerja dapat mengkondisikan suhu di dalam *chamber* sesuai dengan yang diinginkan. Caranya dengan menyetting suhu yang diinginkan melalui tombol yang diteruskan dan diolah oleh sistem Arduino selaku pengontrol dan LCD sebagai display informasi sistem. Pada *output* terdapat *Heater* yang berfungsi untuk memanaskan air dalam *chamber* dan pompa berfungsi untuk menguras air dalam *chamber*.

B. Diagram Alir

Diagram alir sistem yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.



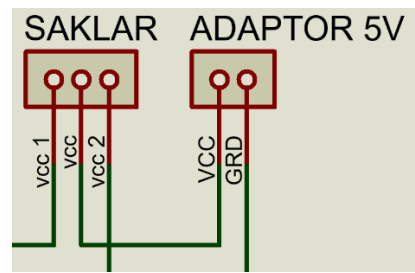
Gambar 3. Diagram Alir

Kondisi awal, alat terhubung dengan catu daya 220V, dilanjutkan dengan menekan tombol on, maka proses akan berjalan dengan mulai mengalirnya arus menuju mikrokontroler dan proses inialisasi LCD berlangsung, kemudian menampilkan pembacaan suhu seting dan suhu aktual yang terbaca oleh sensor.

Ketika pengguna menyeting suhu dengan menekan tombol, maka proses akan berubah sesuai dengan seting yang dilakukan. Apabila suhu kurang dari nilai seting maka *heater* akan hidup, sedangkan apabila suhu lebih dari nilai seting maka akan kembali lagi pada pembacaan data suhu.

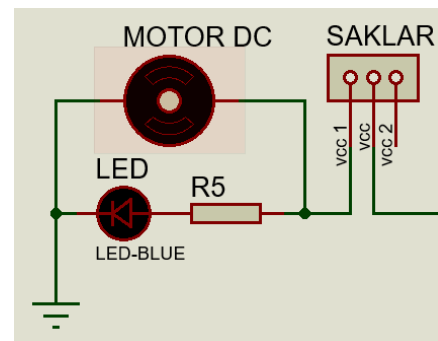
C. Perancangan Alat

Pada penelitian ini, peneliti memanfaatkan mikrokontroler arduino nano sebagai perangkat pemrosesan data dan untuk penampil menggunakan layar LCD. Perancangan alat ini dilakukan dengan membuat rangkaian blok yaitu : saklar, pompa air, sensor suhu, LCD, tombol menu, dan pemanas. Masing-masing rangkaian blok ditunjukkan pada gambar masing-masing. Rangkaian saklar ditunjukkan pada Gambar 4.



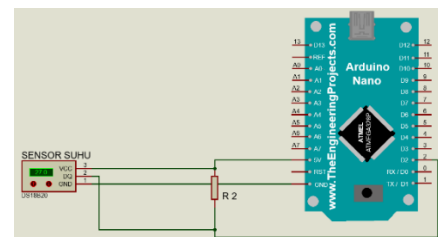
Gambar 4. Rangkaian Saklar

Pada rangkaian saklar mendapat inputan dari adaptor 5 volt kemudian terdapat 2 output dari saklar yaitu output vcc 1 untuk menghidupkan pompa air dc dan output vcc 2 untuk menghidupkan rangkaian arduino. Rangkaian blok pompa air DC diperlihatkan pada Gambar 5.



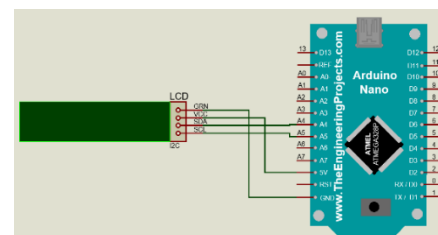
Gambar 5. Rangkaian Pompa Air DC

Pada rangkaian pompa air DC dapat dioperasikan dengan tegangan DC 5 volt dan dilengkapi dengan lampu LED warna biru agar dapat mengetahui pada saat rangkaian ini beroperasi. Rangkaian sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 6.



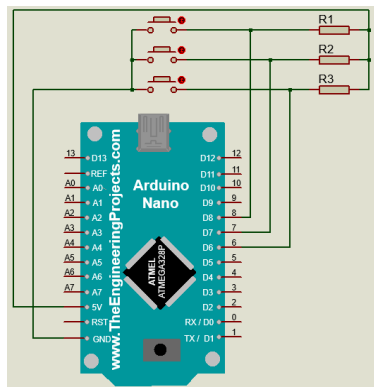
Gambar 6. Rangkaian Sensor Suhu

Pada rangkaian sensor suhu penulis menggunakan sensor suhu jenis DS18B20 dengan konfigurasi kaki pin yang terhubung dengan arduino adalah pin 1 terhubung dengan sumber negatif atau ground, kemudian pin 2 terhubung ke D2 sebagai output dari sensor, dan pin 3 terhubung ke catu daya 5V. Kemudian rangkaian LCD ditunjukkan pada Gambar 7.



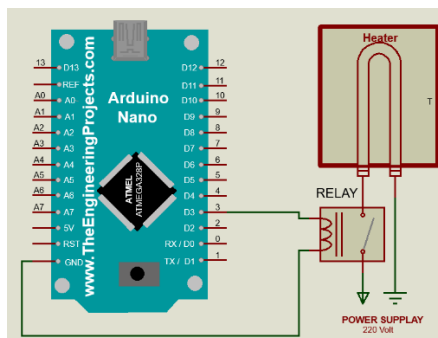
Gambar 7. Rangkaian LCD

Pada rangkaian penampil antar muka menggunakan LCD 16x2 yang sudah dilengkapi dengan modul I2C (*Inter Integrated Circuit*) dengan keluaran SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock Line) yang terhubung pada pin A4 dan A5 arduino nano dengan daya sebesar 5V. Rangkaian menu ditunjukkan pada Gambar 8.



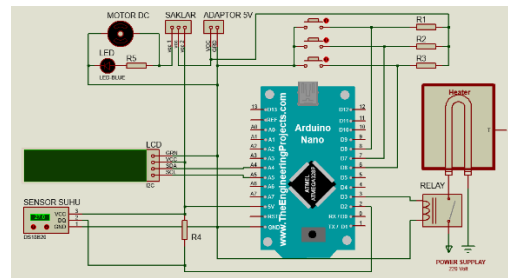
Gambar 8. Rangkaian Menu

Pada rangkaian menu menggunakan 3 buah tombol yaitu tombol setting (set), tambah (+), dan kurang (-). Masing-masing konfigurasi pin pada arduino adalah tombol setting pada pin D6, tombol tambah pada pin D7, dan tombol kurang pada pin D8. Dengan adanya tombol tersebut pengguna dapat melakukan perubahan suhu sesuai dengan yang dikehendaki. Selanjutnya dibuat rangkaian pemanas yang digambarkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian Pemanas

Pada rangkaian pemanas berupa elemen yang terhubung dengan relay yang dikontrol dari pin D3 pada arduino. Relay berfungsi sebagai pemutus dan penghubung tegangan suplay 220V AC untuk menyalakan heater. Rangkaian ini berfungsi mengatur power yang akan diberikan menuju pemanas agar suhu panas yang dihasilkan dapat terkendali dan menjadi stabil. Gabungan dari semua rangkaian itu ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian Alat

D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu :

V. Pembahasan

A. Sistem Kerja Alat

Sisem kerja alat kalibrasi ini, dimulai dengan menekan tombol power untuk menghidupkan sistem kelistrikan pada power supply. Pada alat tersebut terdapat dua saklar yaitu saklar kanan dan kiri. Saklar kanan untuk menghidupkan pompa air yang berfungsi menguras air dalam *chamber* sedangkan saklar kiri untuk menghidupkan program untuk mengkondisikan suhu air dalam *chamber*.

Pada saat program dijalankan, maka layar LCD akan menampilkan “Set Suhu” pada baris atas yang berfungsi untuk indikator nilai suhu yang disetting. Pada baris bawah menampilkan “Chamber” yang berfungsi menunjukkan suhu indikator yang terbaca pada air dalam *chamber*. Apabila ingin merubah nilai seting dapat dilakukan dengan menekan tombol “Enter”, untuk menambah nilai dengan menekan tombol “Up” dan untuk mengurangi nilai dengan menekan tombol “Down”.

Prinsip kerja alat kalibrasi ini yaitu memanaskan air dalam chamber dengan heater, pada saat itu heater akan menyala jika nilai chamber kurang dari nilai seting, sedangkan jika nilai chamber sudah mencapai nilai seting maka heater akan mati.

B. Pengujian Alat

Pada tahap pengujian alat pendetksi banjir dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :

1. Pengujian pompa air

Pengujian pompa air dilakukan dengan mengisi *chamber* terlebih dahulu dengan air, kemudian menghidupkan pompa air maka air dalam chamber akan terkuras secara otomatis.

2. Pengujian control suhu air pada chamber

Pengujian control suhu pada chamber ini dengan cara mengatur setting suhu pada nilai 35°C, 36°C, 37°C, 38°C, 39°C, dan 40°C yang kemudian dibandingkan dengan termometer yang sudah terkalibrasi.

Pengujian pertama, dilakukan dengan menyeting suhu 35°C, hasil pengujian mendapatkan suhu chamber 35,1°C dan suhu termometer adalah 35,3°C.



Gambar 11. Pengujian Suhu 35°C

Hasil pengujian dengan seting suhu 36°C mendapatkan suhu chamber 36,1°C dan suhu termometer adalah 36,3°C.



Gambar 12. Pengujian Suhu 36°C

Pengujian dengan seting suhu 37°C mendapatkan hasil suhu chamber 37,0°C dan suhu termometer adalah 37,2°C.



Gambar 13. Pengujian Suhu 37°C

Hasil pengujian dengan seting suhu 38°C suhu chamber 38,0°C dan suhu termometer adalah 38,2°C.



Gambar 14. Pengujian Suhu 38°C

Pengujian dengan seting suhu 39°C mendapatkan hasil suhu chamber 39,0°C dan suhu termometer adalah 39,3°C.



Gambar 15. Pengujian Suhu 39°C

Hasil pengujian seting suhu 40°C yaitu suhu chamber 40,1°C dan suhu termometer adalah 40,4°C.



Gambar 16. Pengujian Suhu 40°C

Hasil pengujian yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian

Setting Suhu (°C)	Suhu Chamber (°C)	Suhu Termometer (°C)
35	35,1	35,3
36	36,1	36,3
37	37,0	37,2
38	38,0	38,2
39	39,0	39,3
40	40,1	40,4

C. Analisa Hasil Pengujian

Berdasarkan Tabel 1 yang menampilkan hasil pengujian dengan setting suhu 35°C - 40°C, dapat diperoleh analisa sebagai berikut :

1. Pada suhu 35°C , maka eror yang terjadi sebesar :
 $E = 35,1 - 35,3$

$$E = -0,2$$

Jadi nilai Error yaitu -0,2°C.

2. Pada suhu 36°C, maka eror yang terjadi sebesar :
 $E = 36,1 - 36,3$

$$E = -0,2$$

Jadi nilai Error adalah -0,2°C.

3. Pada suhu 37°C, maka eror yang terjadi sebesar :
 $E = 37,0 - 37,2$

$$E = -0,2$$

Jadi nilai Error adalah -0,2°C.

4. Pada suhu 38°C, maka eror yang terjadi sebesar :
 $E = 38,0 - 38,2$

$$E = -0,2$$

Jadi nilai Error adalah -0,2°C.

5. Pada suhu 39°C, maka eror yang terjadi sebesar :
 $E = 39,0 - 39,3$

$$E = -0,3$$

Jadi nilai Error adalah -0,3°C

6. Pada suhu 40°C, maka eror yang terjadi sebesar :
 $E = 40,1 - 40,4$

$$E = -0,3$$

Jadi nilai Error adalah -0,3°C

Berdasarkan pada metode kerja alat kesehatan termometer klinik Direktorat Jendral Pelayanan Kesehatan Republik Indonesia menyatakan bahwa nilai toleransi yang diijinkan pada suhu 35°C sampai dengan 37°C adalah $\pm 0,2^\circ\text{C}$. pada penelitian ini diperoleh data nilai error untuk suhu 35°C sampai dengan 37°C adalah -0,2°C. Nilai toleransi yang diijinkan pada suhu 38°C sampai dengan 39°C adalah $\pm 0,3^\circ\text{C}$, nilai eror pengujian ini pada suhu 38°C adalah -0,2°C dan pada suhu 39°C adalah -0,3°C. Nilai toleransi pada suhu 40°C sampai dengan 42°C adalah $\pm 0,4^\circ\text{C}$, sedangkan nilai eror pengujian pada suhu 40°C adalah -0,3°. Berdasarkan hasil analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa kalibrator yang dibangun memenuhi standar kelayakan untuk digunakan mengkalibrasi termometer badan (klinik).

VI. Penutup

A. Kesimpulan

Sistem kerja kalibrator termometer badan (klinik) berbasis Arduino dengan cara meng *cut off* kan aliran listrik pada *heater* pada saat tercapainya suhu yang diseting dapat berjalan dengan baik, hal ini dibuktikan bahwa rata-rata nilai

error kalibrator dari suhu 35-40°C adalah -0,23°C artinya masih memenuhi nilai toleransi yang ditentukan oleh Kementerian Kesehatan. Penelitian ini juga menghasilkan *fiture* kuras air otomatis dalam chamber yang dapat bekerja dengan baik, hal ini dibuktikan dengan terkurasnya air dalam *chamber* secara otomatis.

B. Saran

Kekurangan dalam pembuatan kalibrator termometer badan (klinik) ini yaitu pengisian air masih dilakukan secara manual dengan cara menuangkan air dari atas *chamber*, untuk itu bagi pembaca yang tertarik untuk mengembangkan topik ini dapat menambahkan sistem pengisian air secara otomatis dengan penambahan *water level* dalam *chamber* yang berfungsi sebagai sensor apabila level air sudah mencapai ± 400 ml maka pengisian berhenti.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih peneliti sampaikan kepada Ketua LPPM Universitas Surakarta atas semua bantuannya untuk proses publikasi karya ilmiah ini, dan juga terimakasih kepada Tim Pengelola Jurnal Nasional Politeknosains yang telah mereview dan mempublikasikan karya ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Azharul. F., Rahmawati, Choiruddin, dan Wilarso, 2021, Rancang Bangun Alat Kalibrasi Pengukur Suhu Berbasis Digital Temperature Controller, TEKNO SAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika Volume 8, Nomor 2, Juli 2021, hlm109-116. DOI :1 0.37373
- [2] Busairi, A. Usman, 2020, Uji Temperatur Elemen Pemanas Jenis Coil Terhadap Pembengkokan Termoplastik, Dipetik April 02, 2022 dari : <http://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/ristech/article/view/1120/pdf>
- [3] Danial T. Nusi, Vennetia R. Danes, Maya E. W. Moningka, 2013, Perbandingan Suhu Tubuh Berdasarkan Pengukuran Menggunakan Termometer Air Raksa Dan Termometer Digital Pada Penderita Demam Di Rumah Sakit Umum Kandau Manado, Dipetik April 02, 2022, dari : <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/article/view/1616>
- [4] Fitria, L., dan Wahyuni.I, 2018, *Pemanfaatan Media Pembelajaran untuk Materi Suhu Dan Kalor*, Dipetik April 02, 2022, dari : <http://eprints.umsida.ac.id/3963>
- [5] Hapiipi, L.R., Hidayat, M.A., Anggraynie, R.D., 2021, Rancang Bangun Alat Kalibrasi Digital Pressure Meter Menggunakan Arduino Uno, Jurnal MEDIKA TRADA Volume 2 Nomor 1, <https://journal.polbitrada.ac.id/index.php/Jtemp/article/view/12/18>
- [6] Junaidi, Yulian Y. P, 2018, *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*, Aura, Bandar Lampung
- [7] K. Effendi, Junaidi, Sri WS, 2020, *Rancang Bangun Sistem Catu Daya dengan Metode Switching Mode Power Supply (SMPS) Berbasis Arduino Untuk Aplikasi*

- Electrospinner*, Dipetik April 02, 2022, dari :
<http://repository.lppm.unila.ac.id/24605/1/2315-5680-1-PB.pdf>
- [8] Keputusan Direktoral Jendral Pelayanan Kesehatan Nomor : HK.02.02/V/5771/2018, Metode Kerja Pengujian dan Atau Kalibrasi Alat Kesehatan
- [9] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan
- [10] Setiawan, A., Hariyono, M.A., Habibi, A. F., Rizkiansyah, R., Nisa, Z.I., 2024, Rancang Bangun Alat Kalibrasi Thermogun Berbasis Arduino Uno, Jurnal Elektronik Mahasiswa Polanka, Volume 2 Nomor 1 Desember 2024,
<https://www.jurnal.polanka.ac.id/index.php/JMPL/article/view/179>