

PERANCANGAN MEDIA KALIBRASI TERMOMETER SUHU BADAN DENGAN SENSOR DS18B20 BERBASIS ARDUINO

Handayani[#], Dyah Titisari, Sumber
Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia
[#]handinkes@gmail.com, ti2_sari@yahoo.com, sumberrani@gmail.com,

Abstrak— Suhu tubuh salah satu tanda vital yang dapat diartikan sebagai indikasi adanya kegiatan organ-organ di dalam tubuh. pengecekan suhu tubuh menggunakan termometer merupakan salah satu tindakan yang bisa dilakukan untuk menangani hipertermia, apabila tidak ditangani dengan baik maka hipertermia bisa berkembang menjadi kondisi yang membahayakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan media kalibrasi termometer suhu badan yang berfungsi untuk pengecekan termometer secara rutin sebelum digunakan atau setelah digunakan pada selang periode tertentu. Perancangan media kalibrasi termometer terdiri dari rangkaian kontrol suhu DS18B20 berbasis arduino atmega 328, rangkaian modul driver heater SSR DA-40 yang terhubung dengan arduino yang menghasilkan output pwm, rangkaian modul relay 2 channel terhubung ke sistem arduino yang berfungsi sebagai kontrol kipas, serta menggunakan media pemanas berupa heater kering yang dililitkan pada sebuah bahan penghantar batang aluminium. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan temperature calibrator. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil perancangan memenuhi ambang batas toleransi sesuai standard. Setelah dilakukan evaluasi, nilai koreksi terkecil pembacaan modul terhadap standar termometer terkalibrasi pada set suhu 37°C dengan nilai 0,04°C pada kondisi lingkungan dengan suhu ruangan 27,6°C kelembaban 60%RH. Sedangkan nilai koreksi terbesar pada set suhu 40°C dengan nilai koreksi sebesar 0,40°C pada kondisi lingkungan dengan suhu ruangan 26,9°C kelembaban 60%RH. Desain media kalibrasi termometer ini sangat mudah dioperasikan oleh siapapun sehingga memungkinkan setiap fasilitas layanan kesehatan untuk memilikinya sebagai media kalibrasi internal ataupun pengecekan antara termometer suhu badan digital.

Kata Kunci—Media Kalibrasi Termometer; Termometer Suhu Badan; Sensor DS18B20

I. PENDAHULUAN

Suhu adalah pengukuran keseimbangan antara panas yang dihasilkan oleh tubuh dan panas yang hilang dari tubuh. Suhu tubuh mencerminkan keseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas dari tubuh yang diukur dalam unit panas yang disebut derajat [1]. Suhu tubuh salah satu tanda vital yang dapat diartikan sebagai indikasi adanya kegiatan organ-organ di dalam tubuh. Dalam suatu layanan kesehatan misalnya di Puskesmas, pemeriksaan tanda vital digunakan untuk memantau kondisi pasien dan sebagai penyokong dalam membantu menentukan diagnosa, salah satunya hipertermia. Terjadinya hipertermia ditandai oleh suhu tubuh yang tinggi, biasanya melampaui 40°C. Pengecekan suhu tubuh menggunakan termometer, merupakan salah satu tindakan yang bisa dilakukan untuk menangani hipertermia, apabila tidak ditangani dengan baik maka hipertermia bisa berkembang menjadi kondisi yang mematikan [2].

Termometer yang paling umum digunakan dalam dunia kesehatan adalah termometer air raksa dan termometer digital. Termometer suhu badan merupakan salah satu instrumen alat ukur yang harus dilakukan tindakan pengukuran, pengecekan antara secara rutin, serta dikalibrasi sesuai standar sebelum digunakan atau setelah digunakan pada selang periode tertentu. Saat melakukan pengecekan antara maupun kalibrasi, tidak dapat memakai metode perbandingan langsung dengan instrument standar saja, dibutuhkan suatu media untuk mensimulasikan kondisi suhu tertentu. Media

yang dapat didinginkan atau dipanasi tergantung dimana titik kalibrasi kita [3]. Kalibrasi perbandingan termometer kontak maupun sensor suhu sering dilakukan dengan menggunakan media kalibrator blok kering[4][5]. Media kalibrasi termometer dan atau sensor suhu telah direalisasikan dengan menggunakan sensor suhu LM35 yang bersifat analog, sehingga masih dibutuhkan ADC (Analog Digital Converter) pada mikrokontroler agar data tegangan dari sensor suhu LM35 dapat dikonversi (Hery, 2010;Dian, 2013;Fita, 2018). Sensor suhu LM35 memiliki akurasi 0,5°C pada rentang yang terbatas, yaitu pada suhu 25°C [8].

Media kalibrasi suhu sudah pernah dibuat oleh Hery Widyanto yaitu perancangan dry block skin simulator berbasis Mikrokontroler AT 89S51 [6]. Dalam perancangan tersebut menggunakan sensor suhu LM35 dengan 3 seting suhu (30°C, 37°C dan 40°C) dan skin sensor pada baby inkubator untuk pengambilan datanya. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya terbatas pada 3 setting suhu. Dian Zainal Abidin, melakukan penelitian perbandingan sistem kontrol On/Off dan sistem kontrol proporsional pada media kalibrasi termometer [7]. Pada penelitian ini sistem ON/OFF mempunyai kelebihan pada waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang diinginkan relatif lebih cepat dibandingkan dengan sistem proporsional, tetapi memiliki kelemahan yaitu menghasilkan overshoot dan tingkat error yang lebih. Fita Anisa Rolanda melakukan perancangan dry block dalam kalibrator termometer badan berbasis arduino [3]. Dalam perancangannya alat tersebut menggunakan sensor suhu

menggunakan LM35 dengan range pengukuran suhu 35°C–42°C dengan hasil pembacaan display dan termometer yang terkalibrasi adalah 1% pada titik 37,2°C pada suhu ruang 30,8°C dan terkecil adalah 0,2% pada titik 39,1°C pada suhu ruang 30°C. Akan tetapi daya heater masih terlalu besar, sehingga pencapaian suhu setting kurang terpenuhi dengan baik. Hanna Septiyani membuat kalibrator thermohigrometer [9]. Dalam penelitiannya menggunakan sensor DHT22, dengan hasil pengukuran suhu diperoleh hasil error terbesar dengan nilai 1% dan terkecil adalah 0,5%, sedangkan error pada pengukuran kelembaban terbesar adalah 1,5% dan terkecil adalah 0,1%. Yoga Alif Kurnia Utama melakukan penelitian perbandingan kualitas antar sensor suhu dengan menggunakan arduino pro mini [10]. Hasil penelitiannya didapatkan bahwa sensor DS18B20 merupakan sensor suhu udara yang memiliki ketelitian yang paling tinggi dibandingkan dengan LM35, DHT11, DHT22 dengan rata-rata eror pengukuran sebesar 1.6%.

Pengembangan media kalibrasi termometer dengan menggunakan sensor suhu LM35 telah banyak dikerjakan oleh penelitian-penelitian terdahulu [6][7][3]. Akan tetapi pengembangan media kalibrasi termometer dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 masih sedikit dilakukan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah media kalibrasi termometer menggunakan sensor suhu DS18B20, setting suhu 32°C–40°C berbasis arduino. Sehingga diharapkan dapat membantu dalam melakukan pengukuran maupun pengecekan antara secara rutin pada termometer suhu badan sesuai standar sebelum digunakan atau setelah digunakan pada selang periode tertentu.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Penelitian ini menggunakan termometer digital merk ThermoOne type Alpha 1 sebagai termometer pembanding yang sudah terkalibrasi di LPFK Surakarta dan modul yang telah penulis rancang serta telah dilakukan pengujian/kalibrasi di laboratorium kalibrasi PT. Sinergi Indocal Sejahtera Semarang. Pengambilan data akan dilakukan sebanyak 5 kali pengukuran pada periode waktu yang berbeda. Pengukuran akan membandingkan suhu yang terbaca pada modul /display LCD dengan termometer pembanding pada rentang titik ukur 35°C–40°C, masing-masing titik ukur dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak 6 kali.

1) Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 yang dirangkai menjadi rangkaian kontrol suhu menggunakan mikrokontroler Arduino Atmega 328 sebagai pemogramnya. Modul Relay 2 Channel Arduino sebagai driver kipas, modul driver solid state relay (SSR) DA-40 sebagai driver heater, pemanas menggunakan heater kering yang dililitkan pada sebuah batang logam aluminium sebagai media penghantar panas. Alat pembanding berupa termometer digital merk ThermoOne type Alpha 1. Sedangkan alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan yaitu multimeter digital (Sanwa, CD800A, Jepang).

2) Eksperimen

Dalam penelitian ini, desain mekanik terlihat seperti pada gambar 1, berbahan dasar akrilik 5mm sebagai rangka dan casing modul media kalibrasi. Terdapat 4 tombol pushbutton

pada tampilan muka dengan display LCD 16x2 serta indikator heater. Pada bagian samping terdapat tombol on/off, fuse sebagai pengaman dan konektor catu daya listrik. Sedangkan pada bagian atas terdapat chamber berupa penghantar panas berupa aluminium pejal ukuran diameter 9 cm dan tinggi 8 cm sebagai tempat uji termometer yang terdiri dari 2 lubang uji termometer dan 1 lubang sensor suhu DS18B20 dengan kedalaman masing-masing 4 cm serta tertutup dengan akrilik transparan. Sensor suhu DS18B20 akan memberikan informasi suhu didalam chamber serta mengirimnya ke dalam rangkaian minimum sistem arduino.

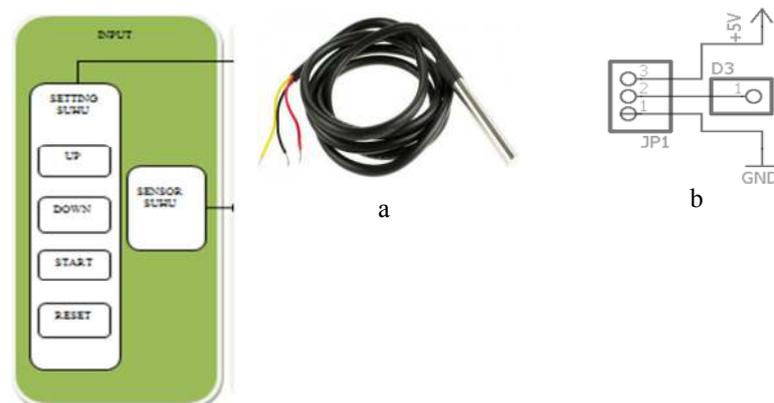


Gambar 1. Desain Mekanik

Pengujian dilakukan dengan menggunakan termometer pembanding merk ThermoOne type Alpha 1 yang sudah terkalibrasi. Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca oleh termometer pembanding dengan suhu yang tertampil pada display LCD. Pengujian dilakukan pada set point suhu 35°C, 36°C, 37°C, 38°C, 39°C dan 40°C masing-masing set point pengujian dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali dengan pengambilan data pengukuran dilakukan 5 kali pada rentang waktu yang berbeda.

B. Diagram Blok

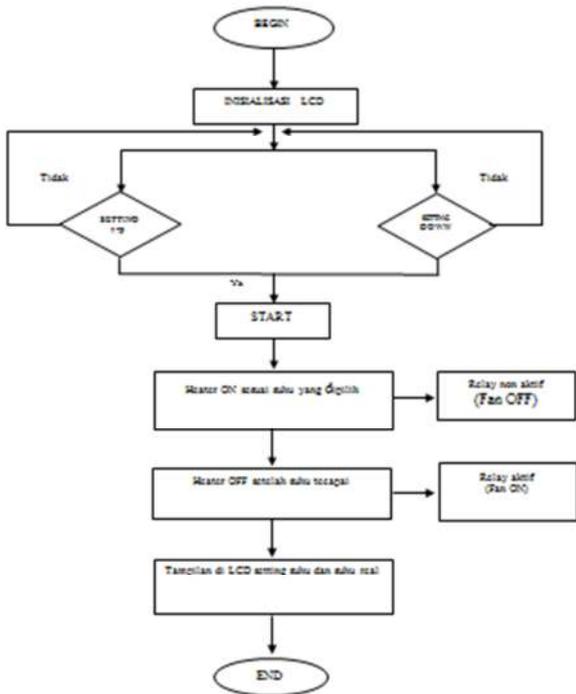
Penjelasan diagram blok sistem pada gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut; Langkah awal hidupkan modul dengan menekan tombol switch power supply sehingga tegangan akan mensuplai keseluruhan rangkaian. Masukan setting suhu melalui tombol setting up, down pada rentang suhu 32°C – 40°C untuk suhu chamber yang dikehendaki. Selanjutnya tekan tombol start untuk memulai sistem pada arduino bekerja. Sensor suhu bekerja untuk mendeteksi suhu chamber yang berasal dari pemanas heater, sehingga suhu chamber stabil sesuai suhu yang dipilih. Ketika driver heater ON maka heater bekerja, sebaliknya fan non aktif. Sedangkan ketika driver heater OFF maka heater tidak bekerja dan sebaliknya fan akan aktif. Kemudian LCD menampilkan suhu setting disertai suhu real yang akan dicapai.



Gambar 2. Blok diagram sistem

C. Diagram Alir

Program Arduino dibangun berdasarkan diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Tekan tombol ON untuk memulai inialisasi LCD, kemudian pilih setting suhu melalui tombol setting up, down pada rentang suhu 32°C – 40°C untuk suhu chamber yang dikehendaki. Selanjutnya tekan start untuk menjalankan sistem. Ketika heater ON maka fan non aktif. Sedangkan ketika heater OFF maka fan akan aktif. Kemudian hasil dari pembacaan sensor suhu beserta setting suhu akan di tampilkan di LCD.



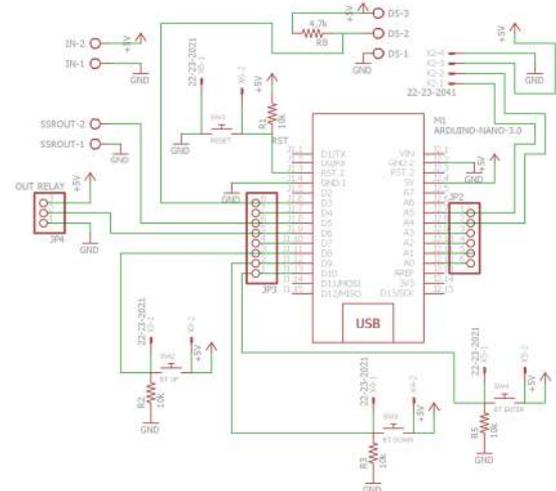
D. Rangkaian Analog

1) Rangkaian Sensor

Menggunakan Sensor suhu DS18B20 dengan tegangan supply +5 VDC terhubung pada pin 3, ground terhubung pada pin 1 sedangkan pin 2 terhubung dengan D3 sebagai input Arduino. Berdasarkan hasil pengujian tegangan keluaran sensor diketahui bahwa pada saat terjadi perubahan nilai suhu, output tegangan sensor DS18B20 selalu konstan dengan nilai sebesar 5,09 volt sehingga dikatakan sensor bekerja secara stabil.

Gambar 4. a) sensor suhu DS18B20 b) Koneksi Ke arduino

2) Rangkaian Modul Media Kalibrasi Arduino Atmega 328



Gambar 5. Rangkaian Modul Media Kalibrasi

Modul media kalibrasi ini menggunakan Arduino Atmega 328 dengan tegangan operasi sebesar 5 volt, dengan tegangan input yang disarankan sebesar 7 volt sampai dengan 12 volt. Dalam modul ini menggunakan tegangan inputan diperoleh dari rangkaian power supply switching yang mempunyai tegangan outputan 5 volt. Modul ini mempunyai 4 buah tombol input berupa pushbutton ON, antara lain menghubungkan pushbutton UP pada pin D8, pushbutton DOWN pada pin D9, pushbutton START pada pin D10 dan pushbutton RESET pada pin reset.

Modul rangkaian driver kipas yang penulis gunakan adalah Modul Relay 2 Channel Arduino. Relay arduino mempunyai 3 buah input yang masing masing berfungsi sebagai kontrol untuk menghidupkan relay. Pin tersebut adalah pin GND, VCC, Dan IN. GND untuk ground atau tegangan 0 volt (-), VCC Untuk tegangan positif +5v , Sedangkan IN Untuk masukkan yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah sensor relay tersebut, pada modul ini port IN terhubung dengan pin D6 pada arduino.

Dalam modul yang penulis buat, penulis menggunakan kontrol heater berupa modul driver solid state relay (SSR) DA-40 yang terhubung pada pin D5 arduino sebagai Input. SSR DA-40 ini memungkinkan untuk mengontrol beban arus AC tinggi dari sirkuit kontrol DC tegangan rendah. Modul SSR DA-40 ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan relay mekanis. Salah satu keuntungannya adalah dapat diaktifkan oleh tegangan yang jauh lebih rendah dan pada arus yang jauh lebih rendah daripada kebanyakan relay mekanis. Selain itu, karena tidak ada kontak yang bergerak, relay solid state dapat beralih jauh lebih cepat dan untuk periode yang lebih lama tanpa aus. Modul SSR DA-40 ini dapat mengalihkan beban saat ini hingga 40A dengan input DC 3-32V.

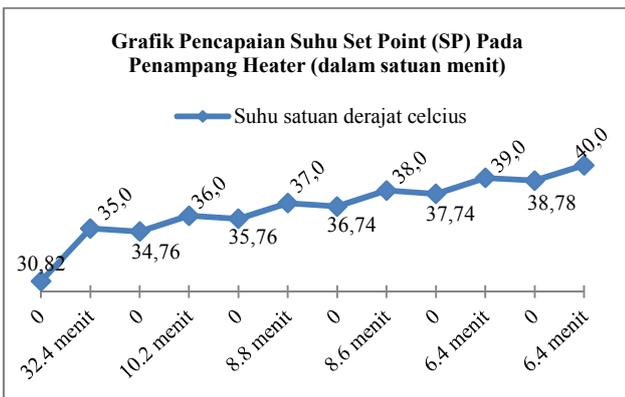
Penulis menggunakan Sensor suhu DS18B20 dengan tegangan supply +5 VDC terhubung pada pin 3, ground terhubung pada pin 1 sedangkan pin 2 terhubung dengan D3 sebagai input Arduino. Berdasarkan hasil pengujian tegangan keluaran sensor dalam bab IV pada tabel 4.1, bahwa pada saat terjadi perubahan nilai suhu, output tegangan sensor DS18B20

selalu konstan dengan nilai sebesar 5,09 volt sehingga dikatakan sensor bekerja secara stabil

III. HASIL

1) Hasil pengukuran waktu pencapaian suhu set point (SP) pada penampang heater (dalam satuan menit)

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat dilihat bahwa pada set suhu 35°C dengan rata-rata suhu awal pemanasan 30,82°C maka dibutuhkan waktu rata-rata 32,4 menit untuk mencapai suhu stabil 35°C±0,2°C. Sedangkan pada set suhu tertinggi 40°C dengan rata-rata suhu awal pemanasan 38,78°C maka dibutuhkan waktu rata-rata 6,4 menit untuk mencapai suhu stabil 40°C±0,2°C. Dalam satu siklus pengukuran dari setting suhu 35°C sampai dengan setting suhu 40°C didapatkan hasil bahwa pada saat pertama kali modul media kalibrasi bekerja pada rata-rata suhu 30,82°C dibutuhkan waktu yang relatif lama untuk mencapai suhu set point dengan stabil, akan tetapi pada penentuan suhu set point berikutnya dibutuhkan waktu yang relatif lebih singkat seperti grafik yang di tunjukan pada gambar 6. Semakin tinggi intensitas suhu semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu stabil, hal ini dipengaruhi oleh suhu pada penampang heater yang semakin meningkat dan kondisi suhu awal saat akan dimulai pemanasan.



Gambar 6. Grafik Pencapaian suhu

2) Hasil Pengukuran Pembacaan Suhu Real (T) Pada Display LCD Dibandingkan Dengan Termometer Terkalibrasi Merk Thermoone / Alpha 1

Pada setting suhu atau set point 35,0°C nilai mean pada termometer terkalibrasi merk ThermoOne type Alpha 1 sebesar 34,64 °C dan mean pada suhu real yang terbaca oleh sensor suhu DS18B20 sebesar 34,92 °C. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi sebesar -0,28 °C dengan nilai toleransi pengukuran berada pada nilai 0,28 °C. Kondisi lingkungan tempat pengukuran berada pada suhu 27,9 °C dengan kelembaban sebesar 60%RH.

Pada setting suhu atau set point 36,0°C nilai mean pada termometer terkalibrasi merk ThermoOne type Alpha 1 sebesar 35,82 °C dan mean pada suhu real yang terbaca oleh sensor suhu DS18B20 sebesar 35,91 °C. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi sebesar -

0,09 °C dengan nilai toleransi pengukuran berada pada nilai 0,09 °C. Kondisi lingkungan tempat pengukuran berada pada suhu 28,0 °C dengan kelembaban sebesar 56%RH.

Pada setting suhu atau set point 37,0°C nilai mean pada termometer terkalibrasi merk ThermoOne type Alpha 1 sebesar 36,95 °C dan mean pada suhu real yang terbaca oleh sensor suhu DS18B20 sebesar 36,91 °C. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi sebesar 0,04 °C dengan nilai toleransi pengukuran berada pada nilai 0,04 °C. Kondisi lingkungan tempat pengukuran berada pada suhu 27,6 °C dengan kelembaban sebesar 60%RH.

Tabel 1. Pembacaan Suhu Real (T) Pada Display LCD Dibandingkan Dengan Termometer Terkalibrasi Merk Thermoone / Alpha 1

Pada setting suhu atau set point 38,0°C nilai mean pada termometer terkalibrasi merk ThermoOne type Alpha 1 sebesar 38,07 °C dan mean pada suhu real yang terbaca oleh sensor suhu DS18B20 sebesar 37,90 °C. Dengan demikian secara

Set Point (°C)	Mean Pembacaan (°C)	Mean Modul (°C)	Koreksi (°C)	Toleransi (°C)	Suhu (°C)	% RH
35	34.64	34.92	-0.28	0.28	27.9	60
36	35.82	35.91	-0.09	0.09	28.0	56
37	36.95	36.91	0.04	0.04	27.6	60
38	38.07	37.90	0.17	0.17	28.5	55
39	39.19	38.91	0.28	0.28	28	54
40	40.26	39.86	0.40	0.40	26.9	60

deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi sebesar 0,17 °C dengan nilai toleransi pengukuran berada pada nilai 0,17 °C. Kondisi lingkungan tempat pengukuran berada pada suhu 28,5 °C dengan kelembaban sebesar 55%RH.

Pada setting suhu atau set point 39,0°C nilai mean pada termometer terkalibrasi merk ThermoOne type Alpha 1 sebesar 39,19 °C dan mean pada suhu real yang terbaca oleh sensor suhu DS18B20 sebesar 38,91 °C. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi sebesar 0,28 °C dengan nilai toleransi pengukuran berada pada nilai 0,28 °C. Kondisi lingkungan tempat pengukuran berada pada suhu 28,0 °C dengan kelembaban sebesar 54%RH.

Pada setting suhu atau set point 40,0°C nilai mean pada termometer terkalibrasi merk ThermoOne type Alpha 1 sebesar 40,26 °C dan mean pada suhu real yang terbaca oleh sensor suhu DS18B20 sebesar 39,86 °C. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi sebesar 0,40 °C dengan nilai toleransi pengukuran berada pada nilai 0,40 °C. Kondisi lingkungan tempat pengukuran berada pada suhu 26,9 °C dengan kelembaban sebesar 60%RH.

3) Hasil Pembacaan Suhu Real (T) Pada Display LCD Terhadap Set Poin (SP) Modul

Pengukuran pembacaan suhu real pada display LCD terhadap Set poin modul diharapkan dapat mengetahui

seberapa besar kesalahan pengukuran yang terjadi, oleh karena itu dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali pengukuran pada periode waktu yang berbeda. Adapun pengukuran pada masing-masing titik Set Point (SP) suhu dilakukan sebanyak 6 kali pengukuran dengan selang waktu ± 60 detik tiap pengukuran.

Tabel 2. Pembacaan Suhu Real (T) Pada Display LCD Terhadap Set Poin (SP) Modul

Pada setting suhu atau set point 35,0°C nilai mean pada modul sebesar 34,92 oC dan standar deviasi modul 0,03 maka didapatkan nilai Ua modul 0,01. Dengan demikian secara

Set Point (° C)	Mean Modul (° C)	Standar Deviasi	Koreksi Modul (° C)	Ua Modul	Koreksi Modul (%)
35	34.92	0.03	-0.08	0.01	0.24
36	35.91	0.02	-0.09	0.01	0.26
37	36.91	0.02	-0.09	0.01	0.25
38	37.90	0.02	-0.10	0.01	0.25
39	38.91	0.07	-0.09	0.03	0.23
40	39.86	0.06	-0.14	0.03	0.35

deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi modul sebesar -0,08°C dengan prosentase koreksi modul sebesar 0,24%.

Pada setting suhu atau set point 36,0°C nilai mean pada modul sebesar 35,91 °C dan standar deviasi modul 0,02 maka didapatkan nilai Ua modul 0,01. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi modul sebesar -0,09 °C dengan prosentase koreksi modul sebesar 0,26%.

Pada setting suhu atau set point 37,0°C nilai mean pada modul sebesar 36,91 °C dan standar deviasi modul 0,02 maka didapatkan nilai Ua modul 0,01. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi modul sebesar -0,09 °C dengan prosentase koreksi modul sebesar 0,25%.

Pada setting suhu atau set point 38,0°C nilai mean pada modul sebesar 37,90 °C dan standar deviasi modul 0,02 maka didapatkan nilai Ua modul 0,01. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi modul sebesar -0,10 °C dengan prosentase koreksi modul sebesar 0,25%.

Pada setting suhu atau set point 39,0°C nilai mean pada modul sebesar 38,91 °C dan standar deviasi modul 0,07 maka didapatkan nilai Ua modul 0,03. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi modul sebesar -0,09 °C dengan prosentase koreksi modul sebesar 0,23%.

Pada setting suhu atau set point 40,0°C nilai mean pada modul sebesar 39,86 °C dan standar deviasi modul 0,06 maka didapatkan nilai Ua modul 0,03. Dengan demikian secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa ada nilai koreksi modul

sebesar -0,14 °C dengan prosentase koreksi modul sebesar 0,35%.

Tabel 3. Nilai Ketidakpastian (U95) Modul Pada Set point 35°C, 37 °C dan 40 °C

Sedangkan untuk mengetahui nilai ketidakpastian (U95) pada modul, penulis menggunakan data pengukuran pada

Set point (° C)	Mean Termometer Terkalibrasi (° C)	Mean Modul (° C)	Standar Deviasi	Koreksi Modul (° C)	Koreksi Modul (%)	U95 Modul (° C)
35	34.64	34.92	0.03	-0.08	0.24	0.090
37	36.95	36.91	0.02	-0.09	0.25	0.063
40	40.26	39.86	0.06	-0.14	0.35	0.089

modul dan melakukan perhitungan ketidakpastian yang bersumber dari repeatability, resolusi, sertifikat standard dan drift standar yang mengacu ke JIS Z 8710. Dikarenakan keterbatasan, modul yang penulis kalibrasi hanya pada 3 set point, yaitu 35 °C, 37 °C dan 40 °C.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa pada setting suhu atau set point 35,0°C nilai mean pada modul sebesar 34,92 °C dan standar deviasi modul 0,03 didapatkan nilai U95 modul pada set point 35,0°C sebesar 0,090. Dengan nilai koreksi modul sebesar -0,08°C dan prosentase koreksi modul sebesar 0,24%.

Pada setting suhu atau set point 37,0°C nilai mean pada modul sebesar 36,91 °C dan standar deviasi modul 0,02 didapatkan nilai U95 modul pada set point 35,0°C sebesar 0,063. Dengan nilai koreksi modul sebesar -0,09°C dan prosentase koreksi modul sebesar 0,25%.

Sedangkan pada setting suhu atau set point 40,0°C nilai mean pada modul sebesar 39,86 °C dan standar deviasi modul 0,06 didapatkan nilai U95 modul pada set point 35,0°C sebesar 0,089. Dengan nilai koreksi modul sebesar -0,14°C dan prosentase koreksi modul sebesar 0,35%.

IV. PEMBAHASAN

Berdasarkan pada tabel 1 nilai koreksi terkecil pembacaan modul terhadap standar termometer terkalibrasi pada set suhu 37°C dengan nilai 0,04°C pada kondisi lingkungan dengan suhu ruangan 27,6°C kelembaban 60%RH. Sedangkan nilai koreksi terbesar pada set suhu 40°C dengan nilai koreksi sebesar 0,40°C pada kondisi lingkungan dengan suhu ruangan 26,9°C kelembaban 60%RH. Secara keseluruhan nilai koreksi yang ditunjukkan dalam tabel 1, berdasarkan tinjauan dasar-dasar metrologi, serta batas toleransi yang diberikan dalam IEC 60584 bahwa nilai tersebut diatas masih dalam batas toleransi yang diperbolehkan yaitu maksimum toleransi $\pm 1^\circ\text{C}$ untuk kategori *Clas 2*. Adapun suhu lingkungan setempat sangat berpengaruh didalam menentukan hasil akhir suatu

pengukuran, sehingga diharapkan suhu lingkungan dapat di kondisikan pada suhu ruangan $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban relative $50\text{RH}\pm 20\% \text{RH}$ sesuai dengan metode kerja pengujian thermometer klinik.

Hasil Pengukuran pembacaan suhu real pada display LCD terhadap Set poin modul diharapkan dapat mengetahui seberapa besar kesalahan pengukuran yang terjadi sebagai bahan nilai koreksi modul dan seberapa besar nilai ketidakpastian modul tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 3 didalam penelitian ini penulis membatasi perhitungan ketidakpastian pada setting suhu atau *set point* 35°C , 37°C dan 40°C . Ketidakpastian pengukuran ini mengaitkan sesuatu angka secara empirik dan objektif pada sifat-sifat objek sedemikian rupa sehingga angka tadi dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai objek tersebut. Penulis melakukan Evaluasi ketidakpastian dengan menggunakan sumber-sumber yang paling berpengaruh dalam pengukuran, antara lain repeatability, resolusi, sertifikat standard dan drift standar.

Dari hasil perhitungan didapatkan pada set point 35°C dengan rata-rata nilai mean $34,92^{\circ}\text{C}$, nilai koreksi modul sebesar $-0,08^{\circ}\text{C}$, prosentase koreksi modul $0,24\%$ dengan nilai ketidakpastian (U95) $0,090^{\circ}\text{C}$. Pada set point 37°C dengan rata-rata nilai mean $36,91^{\circ}\text{C}$, nilai koreksi modul sebesar $-0,09^{\circ}\text{C}$, prosentase koreksi modul $0,25\%$ dengan nilai ketidakpastian (U95) $0,063^{\circ}\text{C}$. Sedangkan Pada set point 40°C dengan rata-rata nilai mean $39,86^{\circ}\text{C}$, nilai koreksi modul sebesar $-0,14^{\circ}\text{C}$, prosentase koreksi modul $0,35\%$ dengan nilai ketidakpastian (U95) $0,089^{\circ}\text{C}$.

Penyajian nilai ketidakpastian dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi nilai hasil ukur secara nyata, hanya saja dalam menyajikan suatu hasil ukur, nilai tersebut berupa nilai taksiran saja. Berdasarkan tabel 3 diketahui nilai rata-rata hasil ukur modul pada set point 35°C adalah $34,92^{\circ}\text{C}$ dengan nilai ketidakpastian (U95) $0,090^{\circ}\text{C}$, nilai rata-rata hasil ukur modul pada set point 37°C adalah $36,91^{\circ}\text{C}$ dengan nilai ketidakpastian (U95) $0,063^{\circ}\text{C}$ dan nilai rata-rata hasil ukur modul pada set point 40°C adalah $39,86^{\circ}\text{C}$ dengan nilai ketidakpastian (U95) $0,089^{\circ}\text{C}$. Dalam menyajikan suatu laporan maka penulisan nilai hasil pengukuran dan ketidakpastiannya harus mengikuti aturan angka penting. Sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

1) Pada set point $35^{\circ}\text{C} = (34,92\pm 0,090)^{\circ}\text{C}$

Setelah dilakukan pengukuran sebanyak N kali didapatkan nilai rata-rata $34,92^{\circ}\text{C}$ lebih sedikit atau antara $34,83^{\circ}\text{C}$ sampai $35,01^{\circ}\text{C}$. Secara statistik ini berarti ada jaminan 100% bahwa suhu modul yang sebenarnya berada pada nilai $34,83^{\circ}\text{C}$ sampai $35,01^{\circ}\text{C}$ atau $(34,83\leq x \leq 35,01)^{\circ}\text{C}$.

2) Pada set point $37^{\circ}\text{C} = (36,91\pm 0,063)^{\circ}\text{C}$

Setelah dilakukan pengukuran sebanyak N kali didapatkan nilai rata-rata $36,91^{\circ}\text{C}$ lebih sedikit atau antara $36,85^{\circ}\text{C}$ sampai $36,97^{\circ}\text{C}$. Secara statistik ini berarti ada jaminan 100% bahwa suhu modul yang sebenarnya berada pada nilai $36,85^{\circ}\text{C}$ sampai $36,97^{\circ}\text{C}$ atau $(36,85\leq x \leq 36,97)^{\circ}\text{C}$.

3) Pada set point $40^{\circ}\text{C} = (39,86\pm 0,089)^{\circ}\text{C}$

Setelah dilakukan pengukuran sebanyak N kali didapatkan nilai rata-rata $39,86^{\circ}\text{C}$ lebih sedikit atau antara $39,77^{\circ}\text{C}$ sampai $39,95^{\circ}\text{C}$. Secara statistik ini berarti ada jaminan 100% bahwa suhu modul yang sebenarnya berada pada nilai $39,77^{\circ}\text{C}$ sampai $39,95^{\circ}\text{C}$ atau $(39,77\leq x \leq 39,95)^{\circ}\text{C}$.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa, pengujian dan literatur penelitian dalam pembuatan media kalibrasi termometer suhu badan dengan sensor DS18B20 berbasis arduino ini penulis berkesimpulan bahwa:

- Dapat dibuat alat media kalibrasi termometer suhu badan dengan sensor DS18B20 berbasis arduino, menggunakan sistem pemanas heater kering dengan rentang ukur antara 32°C sampai dengan 40°C resolusi satu angka di belakang koma.
- Sebelum melakukan pengambilan data, telah dilakukan pengujian modul media kalibrasi di laboratorium kalibrasi PT. Sinergi Indocal Sejahtera Semarang, dengan hasil modul laik pakai untuk pengambilan data pengukuran.
- Nilai koreksi terkecil pembacaan modul terhadap standar termometer terkalibrasi pada set suhu 37°C dengan nilai $0,04^{\circ}\text{C}$ pada kondisi lingkungan dengan suhu ruangan $27,6^{\circ}\text{C}$ kelembaban $60\% \text{RH}$. Sedangkan nilai koreksi terbesar pada set suhu 40°C dengan nilai koreksi sebesar $0,40^{\circ}\text{C}$ pada kondisi lingkungan dengan suhu ruangan $26,9^{\circ}\text{C}$ kelembaban $60\% \text{RH}$

DAFTAR PUSTAKA

- Kozier, B., Berman, A. and Shirlee J. Snyder, alih bahasa Pamilih Eko Karyuni, dkk. Buku Ajar Fundamental Keperawatan Konsep Proses dan Praktik edisi VII Volume 1. Jakarta : EGC, 2010.
- Marianti, "https://www.alodokter.com/hipertermia" diperbarui: 19 September 2017 diakses pada tanggal 18 Maret 2019 pukul 12.31 WIB
- Fita Anisa Rolanda, "Perancangan Dry Block Dalam Kalibrator Termometer Badan Berbasis Arduino" Poltekes kemenkes Surabaya, 2018.
- M. Hohmann · S. Marin · M. Schalles · G. Krapf · T. Fröhlich, "Dry Block Calibrator Using Heat Flux Sensors and an Adiabatic Shield," 2015.
- S. Marin. M. Hohman (S. Marin; M. Hohman; T. Fröhlich, 2016)n. T. Fröhlich, "Small Multiple Fixed-Point Cell as Calibration Reference for a Dry Block Calibrator," 2016.
- Hery Widyanto, "Perancangan Dry Block Skin Simulator Berbasis Mikrokontroler AT 89S51," Poltekes kemenkes Surabaya 2010.
- Dian Zainal Abidin, "Perbandingan Sistem Kontrol On/Off dan Sistem Kontrol Proporsional Pada Media Kalibrasi Termometer," Poltekes kemenkes Surabaya 2013.
- Datasheet LM35 "LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors"
- Hanna Septiyani, "Kalibrator Thermohigrometer," Poltekes kemenkes Surabaya 2019.
- Yoga Alif Kurnia Utama, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini," Universitas Widya Kartika Surabaya 2016.