

Rancang Bangun *Prototype Dry Bath Incubator*

Lalu Deri Purnama Arya Putra^{1*}, Wisnu Kartika², Susilo Ari Wibowo³

^{1,2}Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

³Rumah Sakit Islam Klaten, Indonesia

E-mail: lalu.derivokasi18@mail.umy.ac.id, wisnu2007@umy.ac.id

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/14691>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v6i1.14691>

Data Artikel:

Diterima:

17 Mei 2023

Direview:

06 Juni 2023

Direvisi:

02 Juli 2024

Disetujui:

25 Oktober 2024

Korespondensi:

lalu.derivokasi18@mail.umy.ac.id

ABSTRAK

Inkubasi Mandi Kering adalah alat yang digunakan untuk memproses atau memanaskan sampel mikroorganisme dalam tubuh, khususnya pencernaan makhluk hidup yang mempunyai tulang punggung atau disebut vertebrata yang memanfaatkan suhu 37 °C. Karena sampel bisa cepat rusak dan bisa terjadi koagulasi/pembukaan maka penelitian ini bertujuan untuk membuat dry bath incubator dengan parameter timer dan mode preset dengan menggunakan LCD karakter 20x4 untuk menampilkan hasil pengujian suhu. Modul ini juga memerlukan driver fan (Dual MOSFET) untuk mengontrol kecepatan dan PWM pada heater. Arduino sebagai prosesor, kemudian hasil proses tersebut akan ditampilkan pada LCD. Pada pembuatan alat ini penulis menggunakan heater Blow PTC agar suhu yang diinginkan tercapai dan menggunakan PID untuk mengoptimalkan suhu yang diinginkan dengan resolusi yang sedikit dengan menggunakan sensor DS18B20. Hasil rata-rata pengukuran suhu pada thermometer digital dalam waktu 5 menit dengan nilai 36,9 °C dengan hasil error dalam waktu 5 menit 0,2% dan dalam waktu 60 menit dengan nilai rata-rata 37 °C dengan hasil error dalam waktu 60 menit 0% dan pada pengukuran waktu dalam 5 menit dan 60 menit dengan error 0% dengan ini dapat disimpulkan dari kedua data tersebut bahwa kesalahan sama dengan 2%.

Kata Kunci: *Dry Bath Incubator*, Suhu Optimal, Vertebrata.

ABSTRACT

Dry Bath Incubator is a tool used to process or heat samples of microorganisms in the body, especially the digestion of living things that have backbones or called vertebrates that utilize a temperature of 37 °C. Because samples can be damaged quickly and coagulation/opening can occur, the this research purpose is to make a dry bath incubator with timer parameters and preset mode using a 20x4 character LCD to display the temperature testing. This is requiring a fan driver (Dual MOSFET) to control the speed and PWM on the heater, then Arduino itself as a processor, then the results of the process will be displayed on the LCD. In making the tool this time the author uses a PTC Blow heater so that the desired temperature is achieved and uses PID to optimize the desired temperature with a little resolution using the DS18B20 sensor with the average result of temperature measurement on a digital thermometer within 5 minutes with a value of 36.9 °C and within 60 minutes with a value of 37 °C with an error result within 5 minutes 0.2% and within 60 minutes 0% and in the measurement of time in 5 minutes and 60 minutes with an error of 0% so it can be concluded from the two data that error 2%.

Keywords: *Dry Bath Incubator*, Optimal Temperature, Vertebrates.

1. PENDAHULUAN

Dry Bath Incubator (DBI) atau inkubasi mandi kering adalah alat laboratorium, alat ini berfungsi sebagai pencernaan restriksi, BUN, denaturasi DNA, dan lain-lain atau mikroorganisme [1],[2],[3],[4]. Prinsip kerja dari *dry bath incubator* yaitu menentukan suhu untuk menjaga mikroorganisme didalam sebuah sampel, hal ini bertujuan agar sampel tidak cepat rusak atau menjaga dan penyimpanannya lebih lama [5],[6],[7],[8].

Parameter yang ada pada alat ini yaitu suhu sebagai pendeteksi *temperature* yang dibutuhkan untuk menjaga sampel agar bakteri tetap terjaga yang mengakibatkan bakteri mati pada suhu tertentu untuk menjaga sampel dibutuhkan suhu 37 °C [9],[10],[11],[12],[13].

Pada penelitian sebelumnya, dirancang sebuah inkubator bakteri mesofil yang menggunakan sensor suhu LM35 dan dikendalikan oleh *microcontroller* ATmega8535 [14],[15],[16]. Dalam

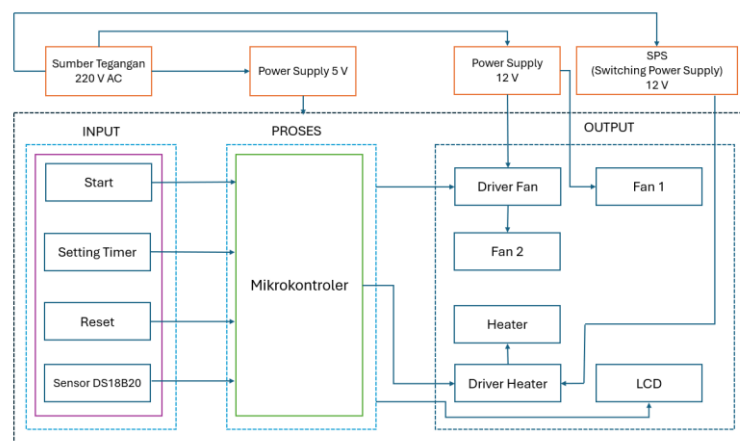
modul ini terdapat pemilihan waktu 12, 24, dan 48 jam untuk proses inkubasi dan akan ditampilkan oleh LCD karakter 2x16 [17],[18],[19],[20]. Driver *heater* MOC3041 dan TRIAC L4004LT digunakan untuk menyalakan *heater*, dengan kekurangan perubahan suhu yang tidak stabil pada tampilan LCD.

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis akan membuat *Prototype Dry Bath Incubator*, untuk suhu menggunakan sensor DS18B20 untuk menghasilkan *temperature* dengan suhu 37 °C menggunakan komponen utama *heater blow* (PTC) untuk memanaskan *block chamber*, setelah itu menggunakan dual MOSFET agar tegangan yang masuk ke *heater* bisa diatur dan *heater* tidak mati saat suhu *heater* tercapai maksimal. Pada saat alat sudah selesai, maka akan ada *buzzer* yang menyala sebagai indikator alat telah selesai bekerja dan memakai LCD 20x4 untuk menampilkan hasil pembacaan suhu DS18B20.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Blok Diagram

Pembuatan sistem dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

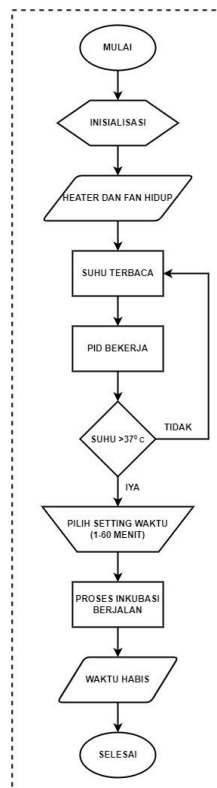
Alat ini menggunakan sumber tegangan AC 220 V, lalu disearahkan oleh rangkaian *power supply* yang berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh rangkaian. Terdapat *driver fan2* dan *fan1* yang mendapatkan tegangan dari *power supply* 12V, sedangkan *driver heater* mendapatkan tegangan dari *SPS* 12V. *Fan1* berfungsi untuk mengalirkan udara panas dari *heater* ke *chamber*, *setting timer* untuk men-setting lama proses yang diinginkan dan akan dikirimkan ke mikrokontroler yang akan diolah dan ditampilkan pada LCD. Selanjutnya ada tombol *reset* untuk mengulang mode, dan tombol *start* yang digunakan untuk memulai proses setelah pengaturan waktu, dan sensor DS18B20 yang digunakan untuk menangkap suhu yang ada pada *chamber* tabung sampel. Mikrokontroler mendapatkan *supply* 5V, semua inputan diproses, kemudian proses tersebut akan ditampilkan pada LCD. *Driver heater* berfungsi untuk menyalakan *heater* dan mengatur *heater* agar panas yang dihasilkan tetap stabil dan menghindari terjadinya arus balik yang disebabkan oleh *heater* ketika terjadi konsleting. *Heater* berfungsi untuk menghasilkan panas pada ruang sampel, *driver fan2* berfungsi untuk mengeluarkan udara panas yang berlebihan.

2.2 Diagram Alir

Ketika alat mulai dinyalakan, sistem akan memulai untuk inialisasi atau persiapan, setelah itu *heater* mulai memanaskan dan fan hidup baru akan dilakukan pembacaan suhu oleh sensor DS18B20 dan nilai suhu akan tertampil pada *display* (LCD 20x4), dan sistem PID bekerja, jika suhu > 37 °C maka waktu dapat di-*setting* antara 1-60 menit dan jika tidak atau belum mencapai suhu >37 °C, maka *heater* akan terus memanaskan. Setelah waktu di *setting* secara manual, proses inkubasi bakteri dimulai sampai waktu *setting* habis dan proses inkubasi selesai. Agar tidak perlu

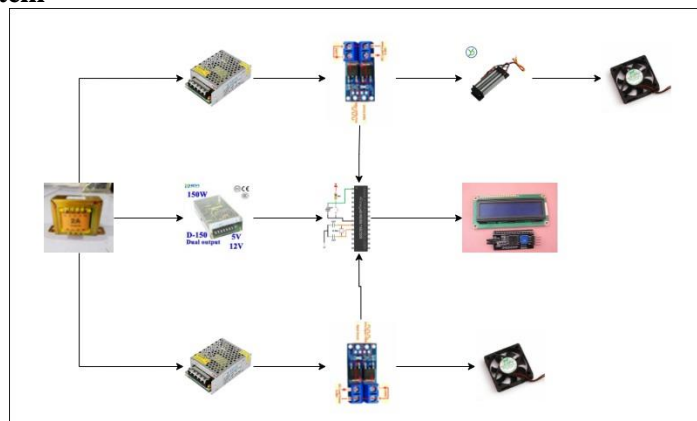
Putra, Kartika, Wibowo
Rancang Bangun Prototype Dry Bath Incubator

terjadinya proses pemanasan, maka setelah proses inkubasi bakteri selesai akan kembali ke *setting timer* jika ada proses inkubasi lagi. Adapun gambar dari diagram alir proses yang dibuat oleh penulis ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir

2.3 Diagram Sistem



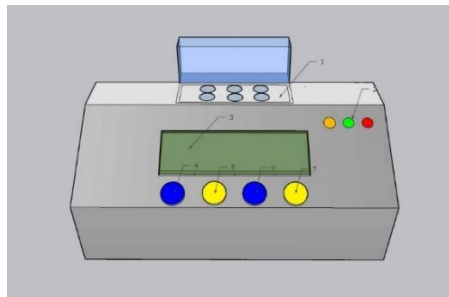
Gambar 3. Diagram Sistem

Dari Gambar 3 diatas dapat dijelaskan bahwa modul ini menggunakan *Trafo Step Down 220 V/2 A* yang akan dialirkan ke *Power Supply (+5,+12 dan -12)*. Sedangkan *Switching 12 V/5A* akan menyuplai *heater blow PTC* dan *fan* untuk mengalirkan udara, sedangkan yang 5 V hanya untuk menyuplai *Minimum System* dan *LCD*, dan *Power Supply -12/+12* untuk menyuplai *MOSFET* kedua dan *fan 2* untuk mengeluarkan udara yang berlebihan.

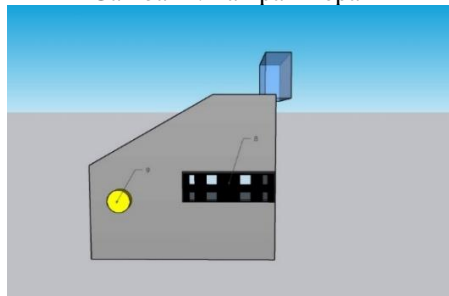
2.4 Diagram Mekanik

Bagian-bagian diagram mekanik dari alat modul penelitian ini.

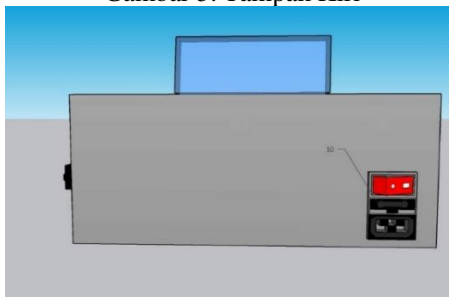
Putra, Kartika, Wibowo
Rancang Bangun Prototype Dry Bath Incubator



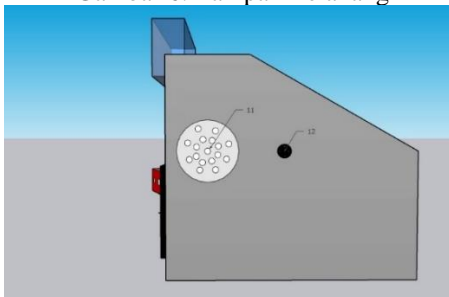
Gambar 4. Tampak Depan



Gambar 5. Tampak Kiri



Gambar 6. Tampak Belakang



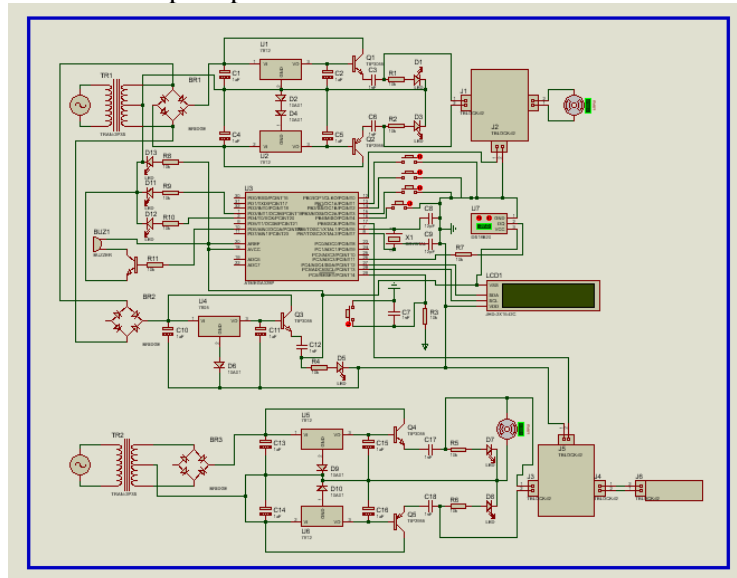
Gambar 7. Tampak Kanan

Keterangan :

1. Tempat botol sampel
2. Indikator
3. LCD
4. Tombol Up
5. Tombol Down
6. Tombol Kembali
7. Tombol Start
8. Air Heater
9. Tombol Reset
10. Socket Power, Fuse dan Saklar
11. Pembuangan Udara Buzzer

2.5 Rancangan Hardware

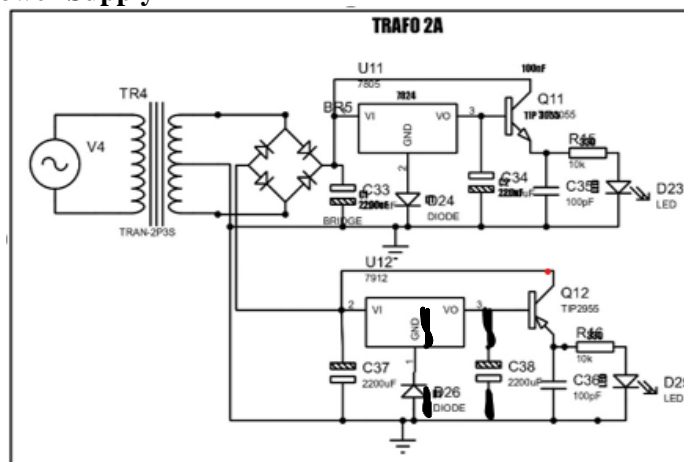
Dengan rancangan *hardware* alat inkubasi mandi kering, maka dirancang skematik dengan rangkaian secara keseluruhan seperti pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Rangkaian Keseluruhan Alat

Dari Gambar 8 diatas dapat dijelaskan bahwa trafo 2A mendapatkan inputan dari sumber tegangan 220 V AC, pada trafo ini menggunakan trafo *stepdown* yaitu menurunkan tegangan menjadi 5 dan 12V AC dan selanjutnya output dari trafo yang 12V akan ke *power supply* yang pertama yang disearahkan oleh dioda *bridge* dan *ripple*-nya akan dan masuk ke kapasitor ELCO 2200 mikrofarad dan masuk ke IC regulator 7812 dan 7912 dan masuk ke kapasitor ELCO 220 mikrofarad pada kondisi ini dibutuhkan transistor NPN dan kapasitor milar untuk menjadikannya sinyal DC yang akan menyalakan LED dan akan memberikan tegangan pada driver fan, fan. Pada rangkaian minimum sistem terdapat *stepdown* 5V dan rangkaian *buzzer*. Rangkaian *power supply* 5V ini bertujuan untuk memberi tegangan kepada minimum sistem. Pada rangkaian SPS dengan arus 5A dan output 12V dengan tegangan input dari sumber tegangan 220 V AC yang diparalel pada input trafo yang mana pada SPS (*Switching Power Supply*) ini memberi tegangan pada driver D1484 sebagai *switching* dan pengendali PWM (*Pulse Width Modulation*) pada *heater* dengan men-trigger input digital dari IC ATmega328p. Rancangan *hardware* alat ini meliputi dari beberapa rangkaian yaitu:

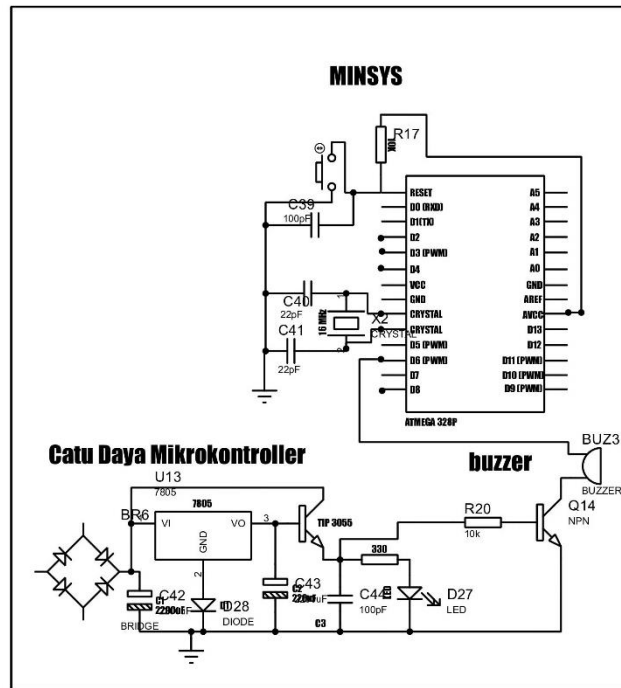
2.5.1 Rangkaian Power Supply



Gambar 9. Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* yang ditunjukkan pada Gambar 9 berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi DC, pada alat inkubasi mandi kering ini menggunakan 3 *power supply*, dimana *power supply* bagian yang atas dengan arus 2A dengan *output* 12V untuk menyuplai 2 *fan* yang mana berfungsi untuk memasukkan dan mengeluarkan udara, *power supply* yang tengah untuk dengan arus 2A dan tegangan *output* 5AV untuk menyuplai rangkaian *minimum system*, sedangkan *power supply* yang bawah atau *switching* dengan arus 5A dengan tegangan *output* 12V untuk menyuplai *heater blow PTC* (*Positive Temperature Coefficient*).

2.5.2 Rangkaian Minimum Sistem ATmega 328p

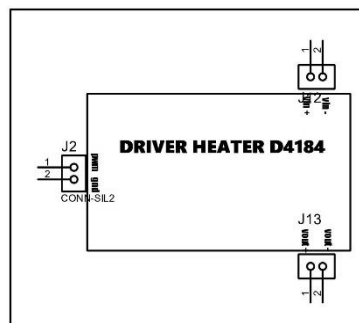


Gambar 10. Rangkaian Minimum System

Rangkaian *minimum system* ATmega 328P yang ditunjukkan pada Gambar 10 berfungsi untuk memproses data yang masuk dan digunakan untuk menyuplai beberapa sistem seperti LCD, Indikator, *Buzzer*, *Push Button* dan sensor suhu dengan sistem minimum diberi tegangan 5V jika diberi tegangan yang lebih, IC ATmega yang digunakan panas atau rusak.

2.5.3 Rangkaian Driver

Rangkaian *driver dual MOSFET* (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) yang diparalel berfungsi untuk mengatur tegangan *heater* dan *fan out* yang diinginkan melalui sistem minimum yang akan dikendalikan oleh PWM.



Gambar 11. Rangkaian Driver

2.6 Rancangan Software

Rancangan *software* alat inkubasi mandi kering ini meliputi rangkaian *microcontroller* atau *coding* untuk keseluruhan alat.

2.6.1 Listing Program

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 13
sensors.begin();
  pinMode(pin_pwm, OUTPUT); // pinMode berfungsi untuk
menginialisasi sebuah pin dan menentukan Variable "pin_pwm"
di pin 5 sebagai OUTPUT atau keluaran
  sv_pwm = 125; // posisi normal pwm adalah 90 derajat
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  if (a == 0) // apabila fungsi logika "if" terpenuhi atau
Variable "a" sama dengan 0 maka akan menjalankan perintah
yang berada dalam kurung kurawal ( {...} )
  {
    sensors.requestTemperatures();
    pv_suhu = sensors.getTempCByIndex(0) * 1.038;
    Mulai = digitalRead(pb2);
    if (Mulai == LOW) // hasil pembacaan dari kondisi
Variable "pb2" akan dimasukkan ke variable "mulai"
    {
      lcd.clear();
      a = 1;
      delay(50); // Delay berfungsi untuk memberikan jeda
50milisecond atau 0.05 detik untuk melakukan pengulangan
    }
  }
}
```

Gambar 12. Sensor Suhu

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Alat

Alat inkubasi ini diperuntukkan bagi *user* untuk melakukan inkubasi sehingga sampel terjaga agar dapat dilakukan proses selanjutnya dalam waktu sebentar atau lama. Setelah dirancangnya alat sterilisasi didapatkan spesifikasi alat sterilisasi sebagai berikut:

Nama Alat : Alat Dry Bath Incubator
Tegangan : 110/220 VAC
Jenis Alat : Alat Lab
Power Supply : 12 dan 5 VDC
Lingkungan : -40 °C
Timer : 0-60 menit
Suhu Meningkatkan : 0,1 °C

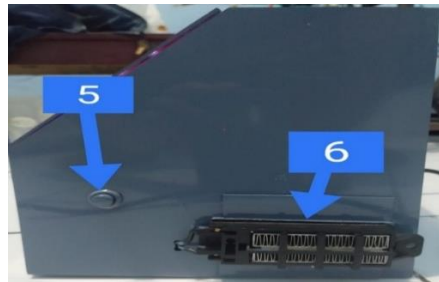
Putra, Kartika, Wibowo
Rancang Bangun Prototype Dry Bath Incubator



Gambar 13. Tampak Depan

Keterangan:

1. Tempat tabung sampel
2. LCD Character 20x4 (untuk menampilkan suhu dan timer)
3. Indikator LED
Merah, Power On
Biru, Atur Waktu
Kuning, Proses Inkubasi
4. Push Button (up, down, kembali, start) berfungsi untuk mengatur timer.



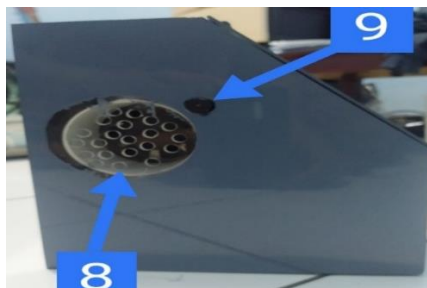
Gambar 14. Tampak Kiri

5. Tombol Reset (untuk mengulang ke mode awal)
6. Heater udara (untuk menghasilkan panas)



Gambar 15. Tampak Belakang

7. Tombol Saklar ON/OFF dengan *fuse* (untuk menghidupkan dan mematikan alat, *fuse* sebagai pengaman)



Gambar 12. Tampak Kanan

8. Pembuangan udara (membuang udara yang berlebihan)
9. Indikator Buzzer (berbunyi saat proses selesai)

3.2 Hasil Pengujian Alat

3.2.1 Pengujian suhu dengan waktu 5 menit sebanyak 20 kali

Pada tanggal 16 Maret 2022 penulis melakukan pengambilan data suhu dengan suhu awal pada alat *Dry Bath Incubator* 30,0 °C menggunakan suhu *thermometer* dari Lab Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dari pengujian data sebanyak 20 kali dapat dihasilkan rata-rata dan *error* dari semua data.

Tabel 1. Pengujian suhu dalam waktu 5 menit

No	Suhu Modul Penelitian (°C)	Suhu Thermometer Digital (°C)
1	36,9	36,9
2	36,9	36,9
3	36,9	36,9
4	36,9	36,9
5	36,9	36,9
6	36,9	36,9
7	36,9	36,9
8	36,9	36,9
9	36,9	36,9
10	36,9	36,9
11	36,9	36,9
12	36,9	36,9
13	36,9	36,9
14	36,9	36,9
15	36,9	36,9
16	36,9	36,9
17	36,9	36,9
18	36,9	36,9
19	36,9	36,9
20	36,9	36,9
Rata-rata	36,9	
% Error	0,27027	

Berdasarkan pengambilan data menggunakan *thermometer* dengan *setting* suhu yakni 37,00 °C, nilai pembacaan suhu didapatkan dari pengukuran *thermometer*. Dari Tabel 1 didapatkan hasil rata-rata pembacaan alat *Dry Bath Incubator* sebesar 36,9 °C dengan *error* sebesar 0,27027 % pada nilai suhu. Hasil pengukuran alat *Dry Bath Incubator* dengan alat ukur *thermometer* menunjukkan nilai *error* cukup kecil. Semakin kecil nilai *error* maka pembacaan semakin akurat.

3.2.2 Pengujian suhu dengan waktu 60 menit sebanyak 20 kali

Pada tanggal 17 hingga 19 Maret 2022 penulis mengambil data suhu dengan suhu awal pada alat *Dry Bath Incubator* 29,0 °C menggunakan suhu *thermometer* dari Lab Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dari pengujian data sebanyak 20 kali dapat dihasilkan rata-rata dan *error* dari semua data.

Tabel 2. Pengujian suhu dalam waktu 60 menit

No	Suhu Modul Penelitian (°C)	Suhu Thermometer Digital (°C)
1	36,9	37
2	36,9	37
3	36,9	37
4	36,9	37
5	36,9	37
6	36,9	37
7	36,9	37

Putra, Kartika, Wibowo
Rancang Bangun Prototype Dry Bath Incubator

8	36,9	37
9	36,9	37
10	36,9	37
11	36,9	37
12	36,9	37
13	36,9	37
14	36,9	37
15	36,9	37
16	36,9	37
17	36,9	37
18	36,9	37
19	36,9	37
20	36,9	37
Rata-rata	37	
% Error	0	

Berdasarkan pengambilan data menggunakan *thermometer* dengan *setting* suhu yakni 37,00 °C, nilai pembacaan suhu didapatkan dari pengukuran *thermometer*. Dari Tabel 2 didapatkan hasil rata-rata pembacaan alat *Dry Bath Incubator* sebesar 37 °C dengan *error* sebesar 0 % pada nilai suhu. Hasil pengukuran alat *Dry Bath Incubator* dengan alat ukur *thermometer* menunjukkan nilai *error* cukup kecil. Semakin kecil nilai *error* maka pembacaan semakin akurat.

3.2.3 Pengujian Pengukuran Waktu pada Alat

Tabel 3. Pengukuran waktu pada alat dengan stopwatch dalam waktu 5 menit dan 60 menit

No	Waktu 5 Menit (s)	Stopwatch	Waktu 60 Menit (s)	Stopwatch
1	300	300	3600	3600
2	300	300	3600	3600
3	300	300	3600	3600
4	300	300	3600	3600
5	300	300	3600	3600
6	300	300	3600	3600
7	300	300	3600	3600
8	300	300	3600	3600
9	300	300	3600	3600
10	300	300	3600	3600
11	300	300	3600	3600
12	300	300	3600	3600
13	300	300	3600	3600
14	300	300	3600	3600
15	300	300	3600	3600
16	300	300	3600	3600
17	300	300	3600	3600
18	300	300	3600	3600
19	300	300	3600	3600
20	300	300	3600	3600
Stopwatch				
Waktu	5 menit/300 detik		60 menit/3600 detik	
Jumlah (s)	6.000		72.000	
Rata-rata	300		3600	
% Error	0		0	

Dari data pada Tabel 3 diatas dapat hasil dari pengukuran timer sebanyak 20 kali pengambilan data dengan nilai rata-rata pada waktu 5 menit adalah 300 detik dan pada waktu 60 menit adalah 3600 detik dengan nilai *error* pada waktu 5 menit adalah 0 % dan pada waktu 60 menit adalah 0 %.

Maka dari hasil nilai rata-rata pembacaan suhu dengan nilai () sebanyak 20 kali dan nilai *error* pembacaan suhu yang didapat dengan nilai (), dengan waktu 5 menit dan 1 menit adalah sama maka dapat disimpulkan bahwa alat layak digunakan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dan analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Telah dibuat alat *Dry Bath Incubator* atau inkubasi bakteri yang berfungsi untuk melindungi sampel pada suhu tertentu agar sampel tidak rusak atau terjadinya pembekuan pada sampel.
- b. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan pada suhu dengan waktu 5 menit dan 60 menit sebanyak 20 kali terdapat selisih dari nilai suhu yang diinginkan yaitu 37 °C, pada waktu 5 menit didapat nilai *error* suhu $\pm 0,2$ % dan 60 menit didapat nilai *error* suhu ± 0 %.
- c. Dari hasil pengujian waktu dengan waktu 5 menit dan 60 menit sebanyak 20 dengan hasil nilai *error* 0 %.
- d. Suhu ruangan juga berpengaruh pada suhu yang dibaca oleh *thermometer* digital.
- e. Setelah melakukan pengujian pada waktu yang sudah ditentukan, nilai *error* tidak melebihi 5 % dari yang sudah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. W. Ningsih, H. R. Fajrin, and A. Fitriyah, "Pendeteksi Hemoglobin Non Invasive," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010102.
- [2] M. Safitri, W. D. Iswara, and T. Harjono, "Blood Bag Shaker Dilengkapi Pemilihan Kecepatan Motor," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010208.
- [3] E. Loniza, H. Habiburrahman, and S. Ariwibowo, "Prototype Injeksi Insulin Pump Dengan Control Panel Arduino Uno," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.18196/mt.010206.
- [4] E. Loniza and I. Syabani, "Portable Turbidimeter Dilengkapi Penyimpanan Data Berbasis Arduino," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010103.
- [5] starlab group, "Dry Bath Heating Systems," in *instuction manual*, Chennai, India: www.starlabgroup.com, 2008, p. 31.
- [6] Y. Mukhlis, E. Triawati, and V. Ernita, "Design System on Chip PreAmp Embedded on Electrocardiograph Based 0,35 CMOS Technology," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1175, no. 1, pp. 0–9, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012095.
- [7] H. Hindarto and A. Muntasa, "The value of the standard deviation of wavelet subband coefficients as feature extraction for electro encephalo graph (EEG) signal," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1175, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012039.
- [8] H. R. Fajrin, U. Zakiyyah, and K. Supriyadi, "Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010207.
- [9] N. Sopiah and T. Prayudi, "Uji aktivitas proteolitik mikroba dari imbah cangkang udang pada proses pembuatan chitin," *J. Teknologi Lingkungan.*, vol. 3, no. 3, pp. 211–217, 2002.
- [10] H. R. Fajrin, H. Sarwono, and K. Supriyadi, "Dental unit prototype with dental suction and handpiece micromotor parameters," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012074, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012074.
- [11] E. Loniza and A. J. Saputra, "Ethanol Distillation Heating Mantle with Timer and Temperature Display," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012059, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012059.
- [12] H. R. Fajrin, R. G. Hamdu Malik S, and B. S. Handoko, "Rancang Bangun Medicooler Insulin Berbasis Atmega16," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 59–64, 2022,

- doi: 10.18196/mt.v3i2.14225.
- [13] A. H. Kuspranoto and F. O. Sinaga, "Monitoring Suhu Tubuh dengan Output Suara Berbasis ESP-32CAM," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.18196/mt.v3i1.11980.
 - [14] N. H. Wijaya, A. Yudhana, Robiyansah, and D. Sukwono, "X-Ray machine control with wireless based on mA parameters," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012080, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012080.
 - [15] Mulyawan, A. Bahtiar, G. Dwilestari, F. M. Basysyar, and N. Suarna, "Data mining techniques with machine learning algorithm to predict patients of heart disease," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012035, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012035.
 - [16] M. Safitri, A. Pranaditya, B. Handoko, and S. Anggoro, "Design and implementation of automatic autoclave temperature and pressure data recording system," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012081, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012081.
 - [17] H. R. Fajrin, S. Maharani, and A. Fitriyah, "Simulator Fetal Doppler," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.18196/mt.v2i2.11212.
 - [18] I. R. Sofiani, R. Kharisma, and L. Syafa'ah, "Sistem Monitoring Heart Rate dan Oksigen Dalam Darah Berbasis LoRa," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.18196/mt.v2i2.11465.
 - [19] S. Widadi, H. R. Fajrin, W. Kartika, and M. Nashirudin, "Rekayasa Penghancur Limbah Jarum Suntik Menggunakan Metode Melting," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 2, no. 2, pp. 5–8, 2021, doi: 10.18196/mt.v2i2.11461.
 - [20] S. Supriyanto and S. Wahyuning, "Alat Pengukur Suhu Tubuh Non Kontak," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.18196/mt.v3i1.12499.