

Modifikasi Blood Warmer Thawing Berbasis Arduino Uno

Muhammad Zidan Az-Zandani^{1*}, Imam Tri Harsoyo², Mohamad Sofie³

¹⁻³ Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Indonesia

*Penulis korespondensi: mohammadzidan@stikessemarang.ac.id¹

Abstract. Blood transfusion is a critical medical procedure that requires the blood to be at a temperature close to normal human body temperature, approximately 36– 38°C. Transfusing cold blood can lead to serious complications such as hypothermia, coagulation disorders, and even cardiac arrest. Therefore, a reliable and automated blood warming device is essential to ensure safe transfusions. This study aims to design and modify a Blood Warmer Thawing device based on the Arduino Uno microcontroller as an innovative and cost-effective solution, particularly for healthcare facilities with limited resources. The system integrates a DS18B20 temperature sensor to monitor the temperature of the heating medium in real time, with data displayed on a 20x4 I2C LCD. Users can set the desired temperature via a 4x4 keypad, and the system automatically adjusts the heater performance based on the detected temperature. To enhance safety and operational efficiency, the device is also equipped with a buzzer as a warning indicator when the temperature exceeds the safe threshold, and utilizes a DC motor and cooling fan to maintain proper heat circulation. Test results indicate that the device is capable of maintaining the liquid temperature within the ideal range for blood transfusions, with high stability and fast response to temperature changes. This innovation offers a practical, affordable, and easy-to-implement solution to support effective and safe blood transfusion procedures in various healthcare settings.

Keywords: Arduino UNO; Blood Temperature; Blood Transfusion; Blood Warmer; DS18B20

Abstrak. Transfusi darah merupakan prosedur medis krusial yang menuntut darah berada pada suhu mendekati suhu tubuh manusia, yaitu sekitar 36–38°C. Darah yang terlalu dingin berisiko menyebabkan hipotermia, gangguan koagulasi, bahkan henti jantung jika langsung ditransfusikan ke tubuh pasien. Untuk itu, dibutuhkan perangkat pemanas darah (blood warmer) yang andal dan mampu menjaga kestabilan suhu darah secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memodifikasi alat Blood Warmer Thawing berbasis mikrokontroler Arduino Uno, sebagai solusi inovatif dan ekonomis bagi fasilitas kesehatan yang memiliki keterbatasan alat sejenis. Sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu cairan pemanas secara real-time, yang kemudian ditampilkan pada LCD I2C 20x4. Suhu yang diinginkan dapat diatur oleh pengguna melalui keypad 4x4, dan sistem akan secara otomatis mengatur kinerja heater sesuai nilai suhu yang terdeteksi. Untuk menjaga efisiensi dan keselamatan, sistem juga dilengkapi buzzer sebagai indikator peringatan ketika suhu melebihi batas aman. Selain itu, alat ini menggunakan motor DC dan fan untuk menjaga sirkulasi panas dan efisiensi kerja alat secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu menjaga suhu cairan dalam kisaran ideal untuk transfusi darah dengan stabilitas tinggi dan respons cepat terhadap perubahan suhu. Inovasi ini tidak hanya mendukung efektivitas prosedur transfusi, tetapi juga memberikan solusi yang lebih terjangkau dan dapat diimplementasikan dengan mudah di berbagai lingkungan layanan kesehatan.

Kata kunci: Arduino UNO; Blood Warmer; DS18B20; Suhu Darah; Transfusi Darah

1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kedokteran khususnya dalam teknologi pelayanan darah, pengelolaan komponen darah dan pemanfaatannya dalam pelayanan kesehatan harus memiliki landasan hukum sebagai konsekuensi asas negara berlandaskan hukum. Oleh karena itu dalam rangka memberikan perlindungan kepada masyarakat, pelayanan darah hanya dilakukan oleh Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki kompetensi dan kewenangan, dan hanya dilaksanakan pada fasilitas pelayanan kesehatan yang memenuhi persyaratan. Hal ini diperlukan untuk mencegah timbulnya berbagai risiko terjadinya penularan penyakit baik bagi penerima pelayanan darah

maupun bagi tenaga kesehatan sebagai pemberi pelayanan kesehatan maupun lingkungan sekitarnya (Kementrian Kesehatan, 2015).

Pelayanan transfusi darah merupakan upaya pelayanan kesehatan yang memanfaatkan darah manusia sebagai bahan dasar dengan tujuan kemanusiaan dan tidak untuk tujuan komersial. Darah dilarang diperjualbelikan dengan dalih apapun. Pelayanan transfusi darah sebagai salah satu upaya kesehatan dalam rangka penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan sangat membutuhkan ketersediaan darah atau komponen darah yang cukup, aman, mudah diakses dan terjangkau oleh masyarakat. Pemerintah bertanggung jawab atas pelaksanaan pelayanan transfusi darah yang aman, bermanfaat, mudah diakses, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat (Kementrian Kesehatan, 2015).

Kantong darah donor harus disimpan dalam lemari pendingin (*blood bank*) pada suhu 2-6°C berdasarkan golongan darah dan masa kadaluwarsa darah dengan sistem *First In First Out (FIFO)* yaitu suatu sistem yang mengatur pengeluaran darah dimana darah yang pertama kali masuk maka akan pertama kali dikeluarkan (Rahmah & Charunnissa, 2021).

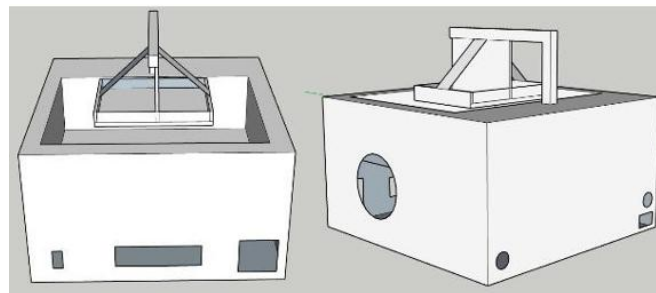
Agar tidak terjadi pembekuan darah yang terlalu lama maka pasien memerlukan alat ini untuk membantu proses transfusi, dan mempermudah perawat untuk mentransfusikan ke pasien karena pada alat transfusi ini sudah dilengkapi dengan penghangat. Proses penghangatan ini dilakukan dengan menggunakan komponen *heater* sebagai pemanasnya. Komponen *heater* ini berfungsi sebagai penghangat darah pada saat dilakukan transfusi / pengaliran darah dari luar tubuh ke tubuh manusia atau dengan kata lain untuk menghangatkan darah sesuai dengan suhu tubuh manusia 36° C - 39°C (Sari & Thalib, 2022).

2. KAJIAN TEORITIS

Berdasarkan penelitian Hanna Firli Puspitasari (2017) Mahasiswa Teknik Elektromedik Widya Husada Semarang telah membuat penelitian dengan judul “*BLOOD THERM*”, merupakan alat yang digunakan untuk menghangatkan darah pada kantong darah sesuai suhu normal tubuh dengan tidak bersentuhan langsung dengan media air penghangatnya. Alat ini memanaskan darah dengan cara mengapit kantong darah dengan menggunakan 2 kantong sirkulasi air, yang didalamnya terdapat pipa tembaga yang berbentuk menyerupai spiral agar air panas dapat mengalir di sepanjang pipa tersebut. Selain itu dilengkapi dengan penggoyang (*shaker*) yang bertujuan untuk meratakan suhu darah dalam kantong. Jika darah sudah mencapai suhu normalnya yaitu 37°C, maka *buzzer* akan berbunyi penanda darah harus dikeluarkan dan siap untuk di transfusikan (Puspitasari, 2017).

Penelitian tentang *blood warmer* sebelumnya pernah dibuat oleh Yuliana Parinda, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul “*Prototype Blood Warmer* berbasis mikrokontroller ATmega8”. Dalam penelitiannya membuat alat penghangat darah menggunakan sensor suhu LM35 sebagai *monitoring* suhu *heater* dan *heater* sebagai pemanas darah dengan dilengkapi *buzzer* sebagai alarm yang akan menyala ketika suhu *heater* diatas 41°C. Suhu *heater* akan mati apabila panas telah mencapai *setting* suhu yang diinginkan. Begitupula sebaliknya pada saat suhu kurang dari yang diatur, maka heater akan aktif untuk memanaskan sesuai dengan suhu yang di *setting* oleh *user* (Parindra, 2016).

Selanjutnya ada penelitian tentang *blood warmer* juga pernah dibuat oleh Dian Pranoto Ode Runa, Mahasiswa jurusan D3 Teknik Elektromedik Stikes Mandala Waluya dengan judul “*Prototype Alat Blood Warmer* Berbasis Mikrokontroler ATmega328”. Pada saat dilakukan pengukuran, suhu *heater* akan mati apabila panas telah mencapai setingan suhu yang diinginkan. Begitu pula dengan sebaliknya pada saat suhu kurang dari yang diatur, maka *heater* akan aktif untuk memanaskan sesuai dengan suhu yang di *setting* oleh pengguna (Runa, 2018).



Gambar 1. Blood Warmer Shaker.

Komponen Teknologi Pendukung

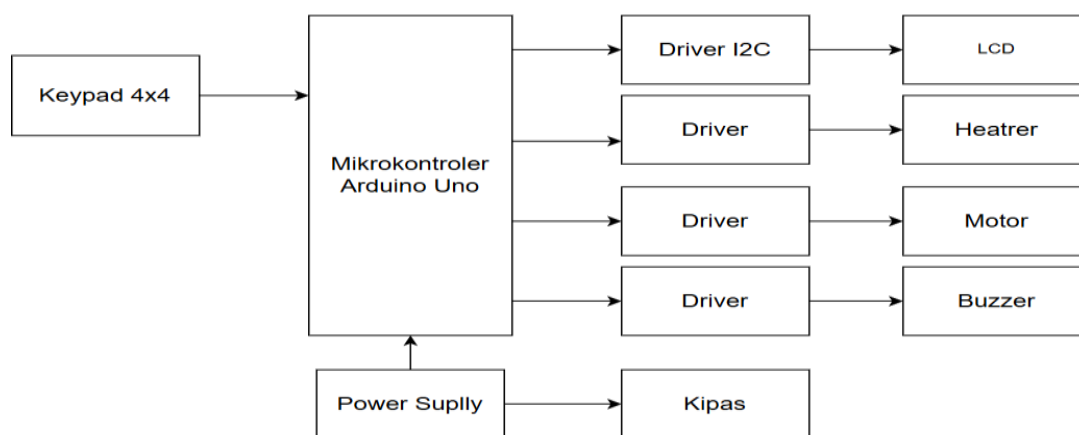
- a. Arduino UNO
- b. Sensor Suhu DS18B20
- c. Triac BT12A
- d. LCD 20x4
- e. Heater
- f. Regulator LM 7805

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan alat *Blood Warmer Shaker* adalah metode rekayasa atau *engineering research*, yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat yang mampu menghangatkan serta mengocok kantong darah secara aman

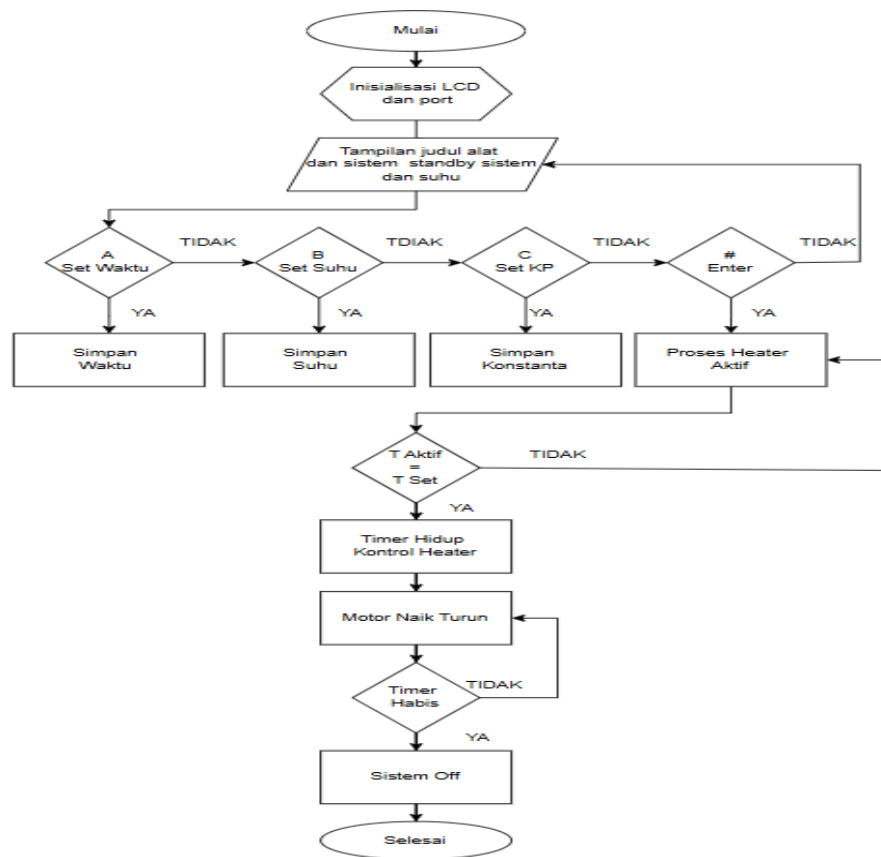
sebelum digunakan pada pasien. Penelitian ini diawali dengan studi literatur mengenai standar medis suhu darah yang aman (sekitar 36–37 °C), sistem pemanas yang efektif, serta mekanisme pengocokan yang tidak merusak sel darah merah. Setelah itu, dilakukan tahap perancangan alat, mulai dari pemilihan komponen seperti elemen pemanas, sensor suhu, motor shaker, mikrokontroler, hingga desain rangka alat yang ergonomis dan tahan panas.

Setelah perancangan selesai, prototipe alat dibuat dan diuji untuk memastikan bahwa alat dapat bekerja secara stabil dan aman. Pengujian dilakukan terhadap efisiensi pemanasan, kestabilan shaker, serta pengendalian suhu otomatis menggunakan sistem mikrokontroler. Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja alat dan kesesuaiannya dengan standar medis. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada desain maupun sistem kontrol alat. Metode ini menghasilkan alat *Blood Warmer Shaker* yang fungsional dan layak digunakan dalam praktik medis sebagai penunjang transfusi darah yang lebih aman dan efisien.



Gambar 2. Blok diagram.

Diagram ini menggambarkan sistem kontrol alat *Blood Warmer Shaker* yang cerdas dan otomatis, dengan kemampuan input (keypad), pengaturan suhu dan motor (melalui driver), serta keluaran berupa LCD, buzzer, dan pengatur suhu. Mikrokontroler Arduino Uno menjadi inti pengendali yang mengoordinasikan semua proses kerja alat.



Gambar 3. Flowchart.

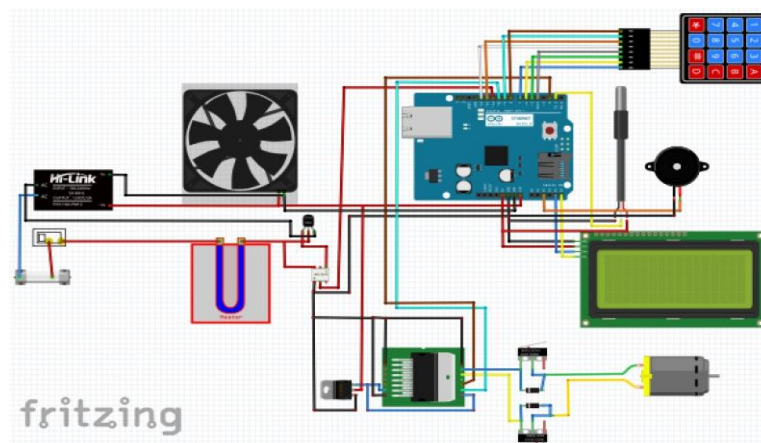
Sistem alat Blood Warmer Shaker berbasis mikrokontroler. Proses dimulai dengan inisialisasi port dan LCD, lalu menampilkan tampilan awal alat dalam kondisi *standby*. Pengguna diberi opsi untuk mengatur tiga parameter: waktu (tombol A), suhu (tombol B), dan konstanta pengendali (KP, tombol C). Jika pengguna menekan salah satu tombol, maka data yang dimasukkan akan disimpan oleh sistem. Setelah semua parameter siap, pengguna menekan tombol # Enter untuk memulai proses pemanasan, yang kemudian akan mengaktifkan sistem pemanas (*heater*).

Setelah proses pemanasan aktif, sistem akan mengecek apakah waktu yang diatur sudah aktif dan sesuai dengan nilai yang disimpan. Jika iya, maka *timer* mulai berjalan dan mengontrol kerja heater. Selanjutnya, motor pengocok (*shaker*) mulai bergerak naik-turun sesuai interval waktu yang telah ditentukan. Ketika timer selesai (waktu habis), maka sistem secara otomatis akan mematikan heater dan motor, dan masuk ke mode *off*. Seluruh proses ini dirancang agar pemanasan dan pengocokan darah berlangsung otomatis, aman, dan sesuai pengaturan awal pengguna

Perancangan Rangkaian

Rancang bangun Blood Warmer Shaker ini menggunakan sistem berbasis mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendali utama yang mengatur proses pemanasan dan pengocokan darah. Elemen pemanas dikontrol melalui relay/MOSFET dengan acuan dari sensor suhu, sehingga darah dapat dijaga pada suhu yang sesuai dengan kondisi fisiologis, yaitu sekitar 37°C. Sistem ini juga dilengkapi dengan kipas pendingin untuk mencegah overheating serta buzzer sebagai alarm ketika terjadi kesalahan atau suhu melebihi batas yang ditentukan. Input pengaturan suhu dan waktu dilakukan melalui keypad, sementara informasi status alat seperti suhu, waktu, dan kondisi pemanas ditampilkan secara real-time pada LCD.

Selain fungsi pemanasan, alat ini juga dilengkapi dengan motor DC yang digerakkan melalui driver untuk melakukan proses pengocokan darah secara berkala. Pengocokan ini penting agar darah tetap homogen dan tidak mengalami kerusakan selama proses pemanasan. Dengan integrasi sistem pemanas, pengocok, sensor suhu, dan tampilan monitoring, alat Blood Warmer Shaker ini diharapkan mampu menjaga kualitas darah tetap optimal, sekaligus memberikan kemudahan bagi tenaga medis dalam penggunaannya.



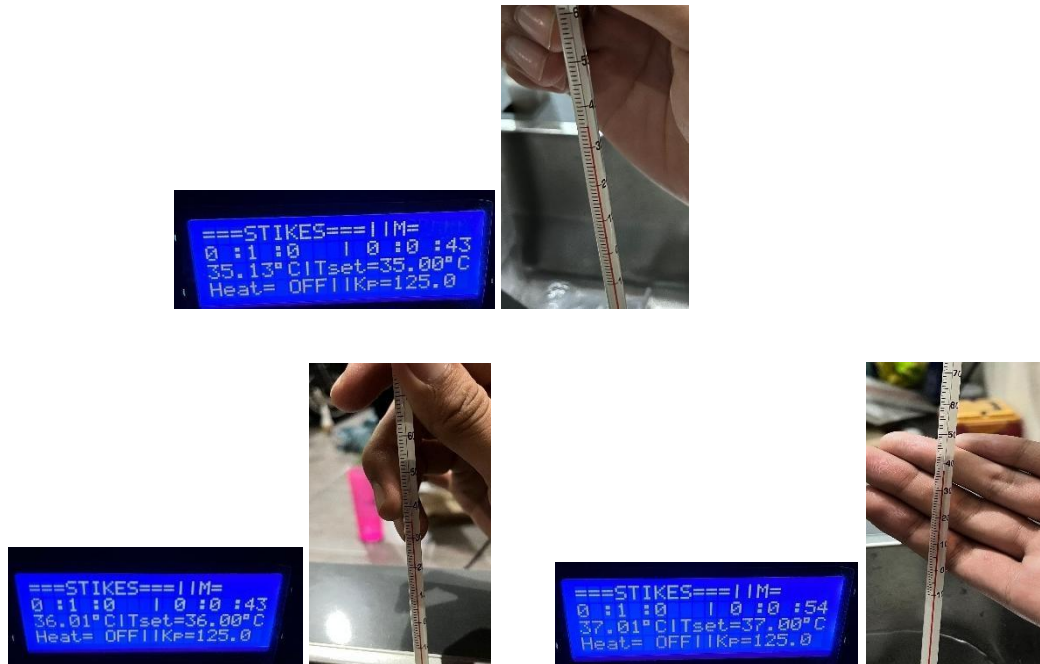
Gambar 4. Rangkaian keseluruhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah alat sudah dapat berfungsi dengan baik dan aman. Hasil Uji Fungsional atau Performa alat dapat ditunjukkan pada penjelasan berikut.

Uji Fungsional Heater

Perbandingan suhu dari *heater* dengan alat *thermometer* yang dapat membaca suhu air dengan *range* -10°C – 110°C pembacaan alat akan dibandingkan dengan pembacaan. Pembacaan sebanyak tiga kali dengan suhu 36°C, 37°C. Hasil Pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :



Gambar 5. Uji Fungsi *Heater* dan Perbandingan Alat.

Tabel 1. Uji Fungsi *Heater* dan Perbandingan Alat.

No	Alat Peneliti		Thermometer		Waktu Suhu Tercapai
	35°C	Mean	35°C	Mean	
1.	35,13		35		00.11.01
2.	35,52	35,47	35	35	(sebelas menit satu detik)
3.	35,76		35		

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{\text{hasil ukur} - \text{hasil teori}}{\text{hasil teori}} \right| \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{35,47 - 35,00}{35} \right| \times 100\% \quad |$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 0,013 \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan} = 1,3 \%$$

Tabel 2. Uji Fungsi Heater dan Perbandingan Alat.

No	Alat Peneliti		Thermometer		Waktu Suhu Tercapai
	36°C	Mean	36°C	Mean	
1.	36,01		36		00.12.52
2.	36,36	36,39	36	36	(dua belas menit lima puluh dua detik)
3.	36,80		36		
$\% \text{ Kesalahan} = \left \frac{\text{hasil ukur} - \text{hasil teori}}{\text{hasil teori}} \right \times 100\%$					
$\% \text{ Kesalahan} = \left \frac{36,39 - 36,00}{36} \right \times 100\%$					
$\% \text{ Kesalahan} = 0,01 \times 100\%$					
$\% \text{ Kesalahan} = 1\%$					

Tabel 3. Uji Fungsi Heater dan Perbandingan Alat.

No	Alat Peneliti		Thermometer		Waktu Suhu Tercapai
	37°C	Mean	37°C	Mean	
1.	37,01		37		00.13.48
2.	37,49	37,49	37	37	(tiga belas menit empat puluh delapan detik)
3.	37,98		37		
$\% \text{ Kesalahan} = \left \frac{\text{hasil ukur} - \text{hasil teori}}{\text{hasil teori}} \right \times 100\%$					
$\% \text{ Kesalahan} = \left \frac{37,00 - 37,00}{37,00} \right \times 100\%$					
$\% \text{ Kesalahan} = x \times 100\%$					
$\% \text{ Kesalahan} = \%$					

Percobaan Alat

Berikut merupakan tabel penyajian test *blood warmer shaker* dengan setting suhu 36°C. Test ini menggunakan replika darah dengan suhu 18°C Percobaan alat ditunjukkan pada Tabel :

Tabel 4. Percobaan Alat.

<i>Setting</i> Suhu (°C)	Waktu	Suhu Air	Suhu darah sebelum (°C)	Suhu darah Sesudah (°C)
35	15	35	18	35
	15	35	19	34
	15	35	18	36

Berikut merupakan tabel penyajian test *blood warmer shaker* dengan setting suhu 36°C. Test ini menggunakan replika darah dengan suhu 20°C Percobaan alat ditunjukkan pada Tabel :

Tabel 5. Percobaan Alat.

<i>Setting</i> Suhu (°C)	Waktu	Suhu Air	Suhu darah sebelum (°C)	Suhu darah Sesudah (°C)
36	15	36	18	36
	15	36	19	36
	15	36	18	37

Berikut merupakan tabel penyajian test *blood warmer shaker* dengan setting suhu 36°C. Test ini menggunakan replika darah dengan suhu 20°C Percobaan alat ditunjukkan pada Tabel :

Tabel 6. Percobaan Alat.

<i>Setting</i> Suhu (°C)	Waktu	Suhu Air	Suhu darah sebelum (°C)	Suhu darah Sesudah (°C)
37	15	37	18	36
	15	37	18	37
	15	37	17	37

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat blood warmer shaker dirancang dengan menggunakan beberapa komponen diantaranya adalah Power supllly sebagai sumber tegangan komponen, DS18B20 sebagai sensor suhu, LCD I2C20x4 untuk menampilkan hasil dari suhu sensor, waktu, modul heater menggunakan ic moc3020, modul motor dc ln298, kipas untuk membuang hawa panas didalam untuk keluar, dan Arduino uno untuk mengolah data yang diterima

Uji fungsi yang dilakukan pada alat blood warmer shaker. Dari suhu awal 29 derajat celcius dan di setting ke suhu 35 derajat celcius bisa mencapai suhu setting dalam kurun waktu

11 menit, pada suhu setting 36 derajat celcius dapat mencapai suhu setting dalam kurun waktu 12 menit 52 detik, pada suhu setting 37 derajat celcius dapat mencapai waktu yang dibutuhkan 13 menit 48 detik. Hasil pengujian yang didapat saat menggunakan replica darah dengan seting suhu 35 derajat, hasil pengukuran suhu darah dengan thermometer menunjukkan suhu 35 derajat. Hasil pengujian yang didapat saat menggunakan replica darah dengan seting suhu 36 derajat, hasil pengukuran suhu darah dengan thermometer menunjukkan suhu 36 derajat. Hasil pengujian yang didapat saat menggunakan replica darah dengan seting suhu 37 derajat, hasil pengukuran suhu darah dengan thermometer menunjukkan suhu 37 derajat. Pantauan secara real time untuk suhu dan timer dapat dilihat pada LCD.

DAFTAR REFERENSI

- Ali, M. R., & Prasetyo, D. (2023). Rancang bangun alat penghangat kantong darah berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan sensor suhu LM35. *Jurnal Teknologi Elektro dan Komputer Indonesia (JTEKI)*, 12(1), 45–53. <https://doi.org/10.31599/jteki.v12i1.1894>
- Arduino.web.id. (2012, Maret 28). *Belajar Arduino dan LCD*. Diambil kembali dari <http://www.arduino.web.id/2012/03/belajar-arduino-dan-lcd.html>
- Ariestyan, B. (2017). *Arduino Nano*. Depok: Academia.edu.
- Febriani, S., & Kurniawan, R. (2022). Desain sistem pengendali suhu otomatis menggunakan sensor LM35 dan Arduino pada aplikasi medis. *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*, 20(3), 210–218. <https://doi.org/10.36730/jstt.v20i3.2412>
- Hanggara, D. S. (2018, November 18). *Menghangatkan kantong darah, apakah diperlukan?* Diambil kembali dari Patologi Klinik: <https://patologiklinik.com/2018/11/18/menghangatkan-kantong-darah-apakah-diperlukan/>
- Hidayat, A., & Nugroho, F. (2024). Sistem monitoring suhu pada blood warmer menggunakan Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 8(2), 120–127. <https://doi.org/10.31294/jtie.v8i2.5021>
- Lestari, P. D., & Rahman, A. (2023). Implementasi PID controller pada alat penghangat darah berbasis mikrokontroler untuk menjaga stabilitas suhu. *Jurnal Rekayasa Elektronika*, 5(4), 233–240. <https://doi.org/10.33365/jre.v5i4.3092>
- Oktaf.ad. (2018, Oktober 2). *Sensor LM35*. Diambil kembali dari Mikrokontroler MIPA UGM: <https://mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id>
- Parindra, Y. (2016). *Prototipe blood warmer berbasis mikrokontroler ATmega8*. Yogyakarta: UMY.
- Prawoto, I. (2017, Agustus 22). *Cara mengisi ulang baterai lithium-ion type 18650 menggunakan modul charger TP-4056*. Diambil kembali dari CaraTekno.com: <https://www.caratekno.com/cara-mengisi-ulang-baterai-lithium-ion/>
- Puspitasari, H. F. (2017). *Blood Therm*. Semarang: Google Scholar.

- Rahmah, W. N., & Charunnissa, A. (2021). Pengaruh lama penyimpanan kantong darah terhadap kadar hemoglobin. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 3(2), 242–248.
- Razor, A. (2021, Mei 3). *Belajar dan berkreasi dengan Arduino*. Diambil kembali dari <https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html>
- Runa, D. P. (2018). Prototype alat blood warmer berbasis mikrokontroler ATmega328. *Jurnal TEMIK (Teknik Elektromedik)*, 2(1), 55–61.
- Sutanto, E., & Wulandari, N. (2025). Optimization of Arduino-based medical fluid warmer with temperature feedback control. *Biomedical Engineering and Instrumentation Journal*, 15(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/beij.2025.01.003>