

PENELITIAN ASLI**MIKROKONTROLER UNTUK PERANCANGAN KONTROL TEMPERATUR PADA ALAT *BLOOD INFUSION WARMER*****Riska Amalia Praptiwi¹, Muhammad Ikhsan¹, S. Samsugi²**¹*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145, Indonesia*²*Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung, 35141, Indonesia***Info Artikel**

Riwayat Artikel:

Tanggal Dikirim: 16 Juli 2025

Tanggal Diterima: 18 Juli 2025

Tanggal Dipublish: 23 Juli 2025

Kata kunci: Blood infusion warmer; Mikrokontroler; Arduino nano; Sensor DS18B20**Abstrak**

Salah satu prosedur medis yang umum dilakukan untuk menyelamatkan pasien adalah transfusi darah. Suhu darah yang terlalu rendah atau tinggi dapat menimbulkan komplikasi medis, maka selama transfusi sangat penting untuk menjaga suhu darah pada tingkat yang tepat. Sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk membantu mengatasi masalah tersebut dengan merancang dan mengembangkan kontrol temperatur pada alat *blood infusion warmer* berbasis mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan pengendali utama karena dapat mempertahankan suhu darah pada rentang suhu yang aman ($36\text{-}37^{\circ}\text{C}$). Terdapat sensor suhu berfungsi untuk memantau suhu darah dan mengirimkan data ke mikrokontroler dan dilanjutkan pengaturan elemen pemanas. Selanjutnya untuk memudahkan dalam mengoperasikan perangkat maka alat ini juga dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang mudah dipahami. Pada hasil pengujian mendapatkan bukti akurasi yang tinggi. Sehingga alat pemanas infus darah ini dapat mempertahankan suhu darah dalam batas yang diinginkan. Selanjutnya diharapkan alat ini dapat menjadi alternatif dalam membantu praktik medis secara efisien.

Penulis Korespondensi: Riska Amalia Praptiwi
Email:
riskamaliatiwi93@fmipa.unila.ac.id

Jurnal Mutiara Elektromedik
e-ISSN: 2614-7963
Vol. 9 No.1 Juni, 2025 (Hal 19-28)

Homepage: <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Elektromedik>

DOI: <https://doi.org/10.51544/elektromedik.v9i1.6193>



Copyright © 2025 by the Authors, Published by Program Studi: Teknologi Elektromedik Fakultas Pendidikan Vokasi Universitas Sari Mutiara Indonesia. This is an open access article under the CC BY-SA Licence ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)).

1. Pendahuluan

Darah merupakan cairan tubuh yang memiliki peran vital dalam mengangkut zat-zat penting seperti oksigen dan bahan kimia hasil *metabolisme*. Selain itu, darah juga berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh terhadap infeksi virus atau bakteri (Evi, 2010). Ketika tubuh mengalami kekurangan darah, maka tubuh akan menghadapi risiko kematian. Salah satu solusi utama untuk mengatasi masalah kekurangan darah pada manusia adalah dengan melakukan transfusi darah. Proses transfusi darah ini berhubungan dengan sejumlah kondisi medis yang serius, seperti kehilangan darah akibat trauma, operasi, atau kelainan lainnya yang dapat mempengaruhi jumlah darah dalam tubuh. Transfusi darah sering kali tidak berjalan mulus akibat berbagai faktor, salah satunya adalah suhu darah yang tidak sesuai dengan suhu tubuh penerima (Irmanusil, 2014).

Keberhasilan transfusi darah sangat bergantung pada suhu darah yang disalurkan. Jika suhu darah yang ditransfusikan terlalu rendah, pasien bisa mengalami hipotermia, sedangkan suhu darah yang terlalu panas dapat menyebabkan hipertermia. Kedua kondisi ini berisiko sangat tinggi bagi kesehatan pasien, bahkan dapat berakibat fatal jika tidak ditangani dengan cepat (Neurol, 2018). Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan suhu darah yang ditransfusikan tetap berada dalam kisaran normal, yaitu antara 36°C-37°C. Hal ini dapat menghindarkan pasien dari risiko bahaya yang disebabkan oleh ketidaksesuaian suhu darah yang diterima tubuh.

Dalam prakteknya, saat melakukan transfusi darah, pengontrolan suhu darah yang ditransfusikan sangat penting agar sesuai dengan suhu tubuh pasien. Alat yang disebut "Blood Infusion Warmer" digunakan untuk menjaga agar suhu darah tetap berada dalam rentang yang aman selama proses transfusi. Alat ini bekerja dengan mengontrol suhu darah, memastikan darah yang ditransfusikan tetap pada suhu tubuh normal pasien, yaitu 36°C-37°C (Kowsalya & Lalitha, 2022).

Namun, di sisi lain, terdapat tantangan besar dalam pengontrolan suhu darah dalam situasi medis yang melibatkan operasi, anestesi, atau pasien lanjut usia. Pasien dalam kondisi tersebut cenderung lebih rentan terhadap perubahan suhu tubuh, yang membuat pengaturan suhu transfusi darah menjadi lebih kritis. Oleh karena itu, keberadaan alat "Blood Infusion Warmer" ini sangat penting untuk menjaga suhu darah tetap stabil dan sesuai dengan kondisi tubuh pasien agar dapat menghindari risiko hipotermia atau hipertermia selama proses transfusi (Neurol, 2018).

Perkembangan teknologi di bidang alat kesehatan semakin pesat, termasuk dalam hal pengembangan alat untuk transfusi darah seperti "Blood Infusion Warmer." Inovasi di bidang ini bertujuan untuk mempermudah pengoperasian serta meningkatkan efektivitas dan keamanan selama transfusi darah. Salah satu cara untuk mencapai hal ini adalah dengan menggunakan mikrokontroler dalam alat ini, yang memungkinkan pengaturan suhu darah yang lebih presisi dan efisien. Mikrokontroler memungkinkan alat untuk secara otomatis menyesuaikan suhu darah agar tetap pada rentang yang aman dan nyaman bagi pasien (Kowsalya & Lalitha, 2022).

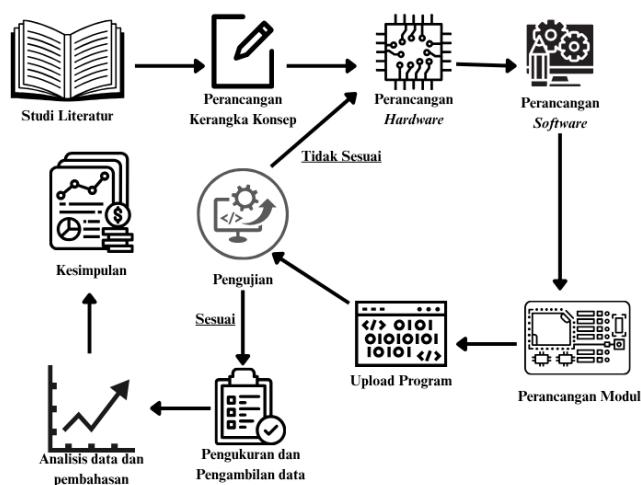
Melihat pentingnya alat ini dalam dunia medis, penulis terinspirasi untuk merancang sebuah alat yang menggunakan mikrokontroler untuk mengontrol suhu darah secara otomatis. Alat yang dirancang ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam pengoperasian serta program yang digunakan, sekaligus memperbaiki kinerja alat yang ada, sehingga dapat meningkatkan kualitas keselamatan pasien saat transfusi darah (Irmanusil, 2014).

2. Metode

Metode pada penelitian penggunaan mikrokontroler untuk perancangan kontrol temperatur pada alat *blood infusion warmer* sebagai berikut:

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini terdiri dari berbagai tahapan yang masing-masing memiliki fungsi penting. Tahap pertama adalah studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkait masalah yang akan diteliti. Tahap selanjutnya dapat dilihat pada gambar 1 tentang diagram penelitian mikrokontroler untuk perancangan kontrol temperatur pada alat *blood infusion warmer*.



Gambar 1. Diagram Penelitian mikrokontroler untuk perancangan kontrol temperatur pada alat *blood infusion warmer*

Sumber: Dokumentasi Penulis

Setelah studi literatur selanjutnya perancangan *hardware* dan *software*. *Hardware* mencakup perancangan sistem mekanik dan elektronik, sementara *software* merancang program untuk mengoperasikan *hardware* sesuai fungsi alat. Proses pembuatan modul, upload program ke mikrokontroler, serta pengujian alat dilakukan untuk memastikan fungsionalitas dan kesesuaian dengan konsep yang telah ditetapkan.

Tahap selanjutnya adalah pengujian. Pengujian dilakukan dengan cara pengukuran dan pengambilan data untuk mendapatkan hasil yang akurat dari setiap titik pengukuran. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mencari penyebab perbedaan antara hasil pengukuran praktis dan teoretis. Terakhir, tahap kesimpulan memberikan penjelasan mengenai hasil akhir dari seluruh proses penelitian, menghubungkan antara teori dan praktik yang diperoleh selama eksperimen.

2.2 Pengaturan dan Sampel

Penelitian ini akan dilakukan di sebuah laboratorium elektronik dengan tujuan untuk mengembangkan alat *blood infusion warmer*. Penelitiannya dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2025, dan beberapa alat serta bahan digunakan untuk mendukung pembuatan alat tersebut. Alat-alat yang digunakan meliputi multimeter untuk mengukur tegangan listrik, *tool set* untuk pembuatan modul, dan laptop untuk menyusun perangkat lunak. Sementara bahan-bahan yang digunakan antara lain Arduino Nano, sensor suhu DS18B20, serta komponen lainnya seperti *push button* dan *solid-state relay* dapat dilihat pada tabel 1 tentang bahan yang digunakan untuk mikrokontroler dalam perancangan kontrol temperatur pada alat *blood infusion warmer*.

Tabel 1. Bahan yang digunakan untuk mikrokontroler dalam perancangan kontrol temperatur pada alat *blood infusion warmer*

No	Simbol	Bahan Komponen
1	U1	Arduino Nano
2	U2	sensor suhu DS18B20
3	B1,B2,B3	<i>push button</i>
4	BZ	<i>Buzzer</i>
5	Q1	<i>solid-state relay</i>
6	LCD`	LCD 16X2
7	HD	Heater Driver
8	H	Heater

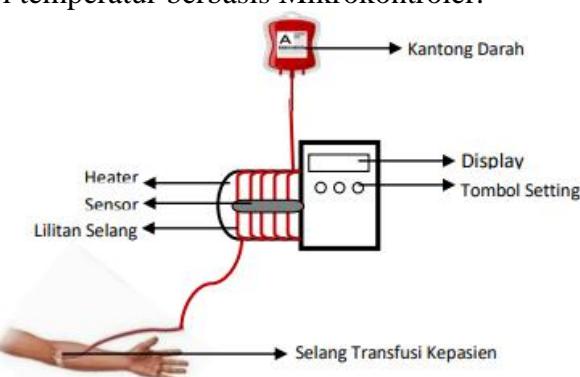
Sumber: Penulis

Kemudian untuk strategi pengambilan sampel, gambar yang diunggah tidak mencakup informasi tersebut secara langsung. Sampel didapatkan dengan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang jelas, seperti kondisi kesehatan, usia, atau karakteristik lain yang relevan dengan studi ini. Populasi dapat diambil dari individu yang memenuhi kriteria tersebut, dan ukuran sampel harus cukup representatif untuk memastikan validitas hasil penelitian. Perhitungan ukuran sampel atau analisis kekuatan akan tergantung pada desain penelitian dan tujuan statistik yang diinginkan.

2.3 Pengukuran dan pengumpulan data

Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini adalah alat ukur suhu untuk mengukur variabel pengukuran yang telah ditetapkan. Variabel pengukuran tersebut dipilih untuk mengetahui pengaruh perubahan input terhadap kestabilan keluaran dengan suhu yang terjaga. Instrumen pada penelitian ini merupakan adaptasi atau pengembangan dari teknologi mikrokontroler atau alat ukur yang sebelumnya.

Perancangan perangkat keras (*hardware*) terdiri dari perancangan sistem mekanik dan perancangan sistem elektron. Perancangan sistem mekanik dapat dilihat pada Gambar 2 tentang Sistem mekanik pada alat *blood infusion warmer* dengan kontrol temperatur berbasis Mikrokontroler.



Gambar 2. Sistem mekanik pada alat *blood infusion warmer* dengan kontrol temperatur berbasis Mikrokontroler.

Sumber: Dokumentasi Penulis

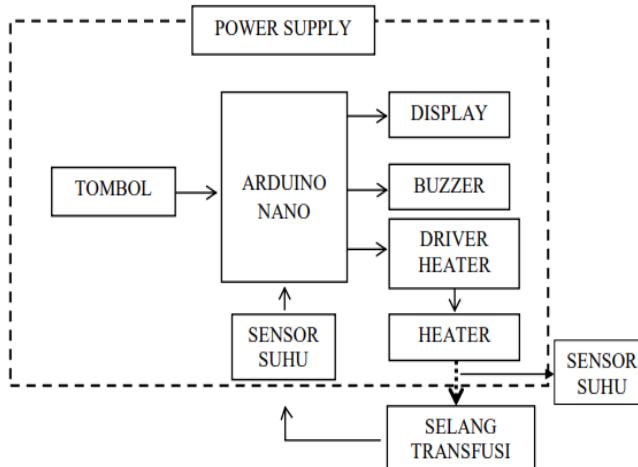
Gambar 2 merupakan sistem mekanik yang digunakan untuk pemanasan darah dalam proses transfusi. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu kantong darah yang menyimpan darah yang akan ditransfusikan, elemen pemanas yang berfungsi untuk memanaskan darah melalui selang, dan sensor yang mengukur suhu darah untuk memastikan suhu tetap berada dalam batas yang aman.

Selain itu, terdapat selang transfusi yang mengalirkan darah ke pasien, serta

tombol *setting* yang memungkinkan pengaturan suhu yang diinginkan. *Display* atau layar digunakan untuk menampilkan informasi suhu darah selama pemanasan, dan setelah darah dipanaskan, darah mengalir melalui selang transfusi ke pasien untuk dilakukan transfusi. Sistem ini memastikan suhu darah yang tepat untuk transfusi yang aman dan efektif.

2.4 Analisis data

Analisis data pada penelitian ini terdapat rancangan blok diagram pada gambar 3 yaitu tentang blok diagram alat *blood infusion warmer* dengan kontrol temperatur berbasis Mikrokontroler.



Gambar 3. Blok diagram alat *blood infusion warmer* dengan kontrol temperatur berbasis Mikrokontroler.

Sumber: Dokumentasi Penulis

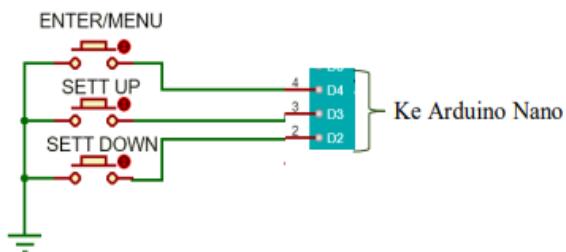
Gambar 3 merupakan diagram blok sistem yang digunakan untuk mengendalikan suhu darah dalam rangka transfusi. Fungsi setiap blok dalam sistem tersebut dijelaskan bahwa Arduino berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan pengelola program untuk mengatur seluruh sistem. Tombol digunakan untuk mengatur suhu, sementara *Display* menampilkan suhu dan kondisi alat. Buzzer berfungsi sebagai indikator jika suhu darah terlalu tinggi (*high temperature*). *Driver heater* mengontrol aktivasi dan non-aktivasi pemanas (*heater*). Heater itu sendiri berfungsi untuk memanaskan darah atau cairan infus, sedangkan selang transfusi berfungsi sebagai jalur darah yang akan ditransfusikan. Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi suhu darah yang mengalir melalui selang infus, sehingga dapat memastikan proses transfusi darah berjalan dengan aman.

Rangkaian sensor suhu menggunakan sensor DS18B20 yang dihubungkan dengan Arduino Nano. Sensor DS18B20 memiliki pin VCC yang terhubung ke sumber daya +5V, pin DQ untuk data yang dihubungkan dengan pin D8 pada Arduino Nano, dan pin GND yang terhubung dengan ground. Sensor ini mendeteksi perubahan suhu yang dihasilkan oleh heater yang diserap oleh blower, dengan prinsip kerja sensor mengubah besaran suhu menjadi pulsa yang kemudian dikirimkan melalui komunikasi 1-wire. Data suhu yang dikirimkan dari sensor ini akan diterima oleh Arduino Nano pada pin D8 dan diproses lebih lanjut.

Kemudian rangkaian LCD I2C yang digunakan dalam sistem pemanas darah (*blood infusion warmer*). Rangkaian ini melibatkan koneksi antara LCD 2x16 dengan Arduino Nano melalui empat pin: VDD, SCL, SDA, dan VSS. Pin VDD dari LCD dihubungkan ke pin +5V pada Arduino Nano, sementara pin SCL dan SDA dihubungkan masing-masing ke pin A5 dan A4 pada Arduino Nano. Pin VSS dari LCD terhubung ke pin GND Arduino Nano. Rangkaian ini memungkinkan tampilan hasil setting suhu pada modul pemanas darah untuk ditampilkan pada LCD.

Terdapat juga rangkaian LCD I2C yang digunakan untuk menampilkan hasil pengaturan suhu pada modul *blood infusion warmer*. Rangkaian ini terdiri dari empat pin yang terhubung ke Arduino Nano. Pin-pin tersebut mencakup VCC (5V) yang menghubungkan ke pin +5V pada Arduino, SCL yang dihubungkan ke pin A5, SDA yang dihubungkan ke pin A4, serta VSS yang dihubungkan ke pin GND pada Arduino Nano. LCD I2C 2x16 ini dirancang untuk memudahkan tampilan data suhu secara langsung kepada pengguna, dengan penghubungan yang sederhana antara LCD dan mikrokontroler Arduino Nano.

Selanjutnya pada gambar 4 rangkaian *setting* yang menggunakan tiga tombol *push button* yang terhubung secara paralel dengan mikrokontroler Arduino Nano melalui pin 2-4. Tombol pertama terdapat *Enter/menu*, berfungsi untuk memunculkan menu dan juga berfungsi sebagai tombol *start/enter*. Tombol kedua terdapat *Set up* berfungsi untuk meningkatkan suhu pada alat *blood infusion warmer*. Sedangkan tombol ketiga terdapat *Set down* berfungsi untuk menurunkan suhu pada alat yang sama. Rangkaian ini memungkinkan pengaturan suhu secara mudah dan terkontrol pada alat tersebut menggunakan mikrokontroler.

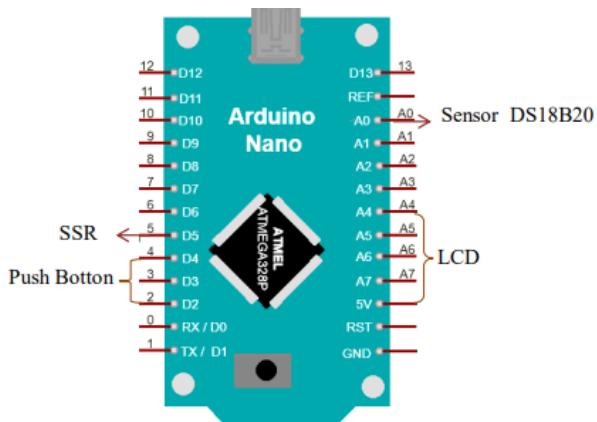


Gambar 4. rangkaian *setting* yang terhubung secara paralel dengan mikrokontroler

Sumber: Dokumentasi Penulis

Lalu rangkaian *driver heater* yang menggunakan SSR (*Solid State Relay*) untuk mengendalikan pemanasan *heater* yang membutuhkan tegangan tinggi, sementara sistem pengendali (Arduino) hanya menggunakan tegangan rendah 5V DC. Rangkaian ini menghubungkan input tegangan 3-32 VDC dari Arduino ke SSR yang bertindak sebagai *driver* ke *heater* yang membutuhkan *output* tegangan 220 V AC. Ketika SSR diaktifkan, arus tegangan dari PLN 220 V diteruskan ke *heater*, memungkinkan *heater* untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas sesuai kebutuhan sistem.

Selanjutnya rangkaian utama pada perancangan ini adalah rangkaian mikrokontroler terdapat pada gambar 5 yang menggunakan Arduino Nano sebagai pengendali utama. Pada rangkaian ini, pin A4-A5 pada port A terhubung dengan *display*, sedangkan pin 11 pada port D terhubung dengan *buzzer* untuk memberikan *alarm*. Pin 12 pada *port D* digunakan sebagai *input* SSR (*Solid State Relay*), dan pin 2-4 pada *port D* terhubung dengan tombol *push button*. Pin 0 pada *port D* terhubung dengan sensor DHT11, sementara sensor DS18B20 terhubung ke pin A0. Rangkaian ini dirancang untuk mengendalikan perangkat elektronik dengan menggunakan berbagai komponen yang terhubung ke Arduino Nano untuk memantau dan mengontrol suhu atau kondisi lainnya sesuai program yang telah disiapkan.

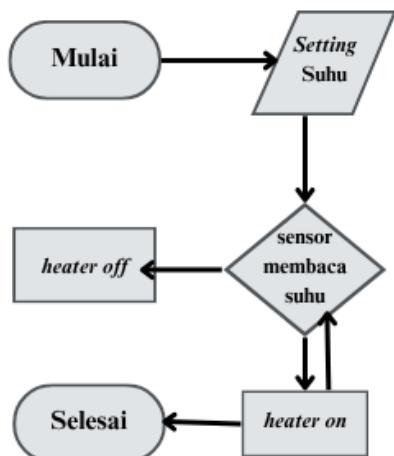


Gambar 4. rangkaian mikrokontroler menggunakan Arduino Nano

Sumber: Dokumentasi Penulis

Lalu Gambar 5 menunjukkan *flowchart* yang menggambarkan alur kerja dari sebuah program yang digunakan untuk mengendalikan sistem pemanas (*heater*) menggunakan mikrokontroler menggunakan Arduino. Pada tahap pertama, program dimulai dengan *setting* suhu yang diinginkan. Selanjutnya, sensor suhu akan membaca nilai suhu yang ada di lingkungan. Program akan membandingkan nilai suhu yang terdeteksi oleh sensor dengan suhu yang telah diatur sebelumnya.

Jika suhu yang terdeteksi lebih besar atau sama dengan nilai yang diinginkan, heater akan dimatikan (HEATER OFF). Sebaliknya, jika suhu yang terdeteksi kurang dari nilai yang diinginkan, heater akan dinyalakan (HEATER ON). Proses ini akan terus berulang sampai program dihentikan.

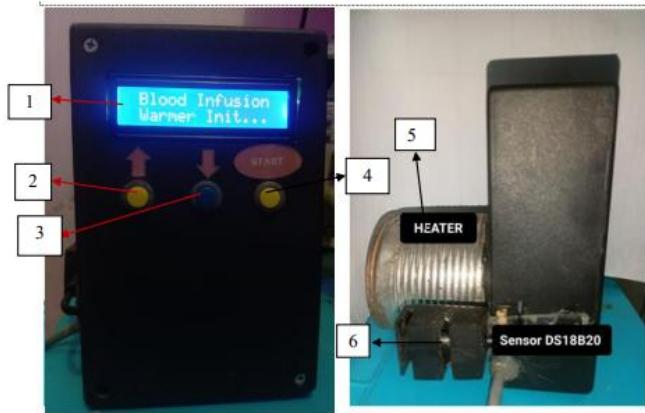


Gambar 5 *flowchart* mengendalikan sistem pemanas (*heater*) menggunakan mikrokontroler menggunakan Arduino

Sumber: Dokumentasi Penulis

3. Hasil

Gambar 6 adalah menggambarkan alat *Blood Infusion Warmer* yang digunakan untuk menjaga suhu darah pada rentang yang aman selama proses transfusi. Pada gambar pertama, terlihat perangkat utama yang memiliki tampilan LCD *Display* (nomor 1) untuk menunjukkan status alat, tombol *setting* menaikkan suhu (nomor 2), tombol *setting* menurunkan suhu (nomor 3), dan tombol *start* (nomor 4) yang mengaktifkan alat. Di sampingnya, terdapat sensor suhu DS18B20 (nomor 6) yang berfungsi untuk mengukur suhu darah secara real-time. Selain itu, terdapat juga elemen pemanas (nomor 5) yang bekerja untuk meningkatkan suhu darah yang mengalir.



Gambar 5 Alat Blood Infusion Warmer tampak Depan dan tampak samping

Sumber: Dokumentasi Penulis

Kemudian terdapat tabel 2 yang merupakan pengujian suhu alat dengan langkah-langkah yang jelas, mulai dari pemasangan alat hingga pengaturan suhu sesuai kebutuhan pasien. Pengujian dilakukan dengan setting suhu 35°C dan 36°C, dan hasil pengukuran suhu yang dibaca oleh sensor dicatat dalam tabel untuk dianalisis. Tabel tersebut menunjukkan perbandingan antara suhu yang disetting dan suhu yang terdeteksi oleh sensor pada berbagai percobaan, dengan hasil rata-rata yang mendekati suhu setting. Hasil pengujian ini menunjukkan keakuratan alat dalam menjaga suhu darah pada nilai yang diinginkan, yang penting untuk memastikan transfusi darah yang aman.

Tabel 2. Hasil pengukuran antara suhu *setting* dengan suhu pada *sensor*

NO	SUHU SETTING	SUHU YANG DIBACA SENSOR					Rata- rata	
		PENGUKURAN KE-						
		P1	P2	P3	P4	P5		
1	35°C	34,06°C	34,33°C	34,64 °C	34,88°C	35°C	34,58°C	
2	36°C	35,31°C	35,50°C	35,63°C	35,94°C	36,06°C	35,69°C	

Sumber: Penulis

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada alat pemanas yang diset pada suhu 35°C dan 36°C. Pada pengukuran pertama, suhu yang tercatat adalah 34,06°C, sedangkan pada pengukuran kedua tercatat 34,33°C, dan pengukuran ketiga menunjukkan 34,64°C. Pengukuran keempat tercatat 34,88°C, dan pengukuran kelima yang diharapkan mencapai suhu 35°C, hasilnya adalah 34,58°C. Secara keseluruhan, suhu yang tercatat hampir mendekati suhu setelan, menunjukkan bahwa proses pemanasan cukup efektif untuk mencapai suhu yang diinginkan. Pada percobaan dengan setting suhu 36°C, hasil pengukuran menunjukkan suhu yang lebih dekat dengan setting tersebut, yakni 35,31°C pada pengukuran pertama, 35,50°C pada pengukuran kedua, 35,63°C pada pengukuran ketiga, 35,94°C pada pengukuran keempat, dan 36,06°C pada pengukuran kelima. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun suhu yang diinginkan tidak tercapai dengan presisi, pemanas dapat mencapai suhu yang cukup dekat dengan nilai yang diinginkan dalam waktu yang relatif singkat.

4. Pembahasan

Hasil pengujian alat untuk mengukur keakuratan suhu dalam pengaturan sistem. Dalam tabel, terdapat data suhu setting dan hasil rata-rata suhu sensor pada dua pengaturan suhu yang berbeda (35°C dan 36°C). Dari data tersebut, diperoleh nilai persentase keakuratan yang cukup tinggi, yakni 98,8% untuk suhu setting 35°C dan 99,14% untuk suhu setting 36°C . Hasil perhitungan rata-rata dapat ditunjukkan pada tabel 3 keakuratan mencapai 98,97%. Sehingga menunjukkan bahwa alat ini memiliki tingkat keakuratan yang sangat baik dalam mengatur suhu sesuai dengan pengaturan yang diinginkan.

Tabel 3. Presentase keakurasian

Setting suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Hasil rata-rata sensor	Presentase keakurasian (%)	Selisih
35°C	$34,58^{\circ}\text{C}$	98,8%	$0,42^{\circ}\text{C}$
36°C	$35,69^{\circ}\text{C}$	99,14%	$0,31^{\circ}\text{C}$

Sumber: Penulis

Batas keakuratan pada alat *blood infusion warmer* yang dikatakan layak pakai apabila memiliki rentang keakuratan antara $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa suhu darah yang disetting pada 35°C dapat dipertahankan dalam rentang $34,5^{\circ}\text{C}$ hingga $35,5^{\circ}\text{C}$, yang merupakan rentang yang cukup aman untuk transfusi darah. Keakuratan ini memastikan bahwa suhu darah tetap stabil dan aman untuk pasien selama proses transfusi, sehingga alat ini layak digunakan dalam praktik medis.

Dengan demikian hasil keakuratan sebesar 98,97%, alat ini mampu mempertahankan suhu dalam batas yang diinginkan dengan tingkat keakuratan yang cukup tinggi. Ini menunjukkan bahwa alat *blood infusion warmer* dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam memastikan keselamatan pasien selama prosedur transfusi darah, dengan menjaga suhu darah dalam rentang yang aman dan efektif.

5. Simpulan

Simpulan yang diambil dari hasil perancangan alat *Blood Infusion Warmer* yang menggunakan mikrokontroler. Alat tersebut berhasil bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan dan tujuannya, yaitu menjaga suhu darah agar tetap stabil dan sesuai dengan suhu yang dibutuhkan oleh tubuh pasien selama proses transfusi darah. Mikrokontroler berperan sebagai pengontrol utama dalam mengatur suhu darah agar tetap berada pada tingkat yang aman bagi tubuh pasien.

Selanjutnya bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi sensor suhu yang sangat tinggi, dengan persentase keakuratan mencapai 98,97%. Hal ini menunjukkan bahwa alat ini dapat diandalkan dalam mengontrol suhu dengan presisi yang sangat baik, yang sangat penting dalam prosedur medis yang sensitif seperti transfusi darah. Terakhir, kesimpulan ketiga menyatakan bahwa dengan adanya alat ini, risiko hipotermia atau hipermtermia dapat diminimalkan. Sehingga meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pasien selama proses transfusi darah.

6. Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi D-III Teknologi Elektromedis Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binalita Sudama Medan atas dukungan finansial yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Bantuan dana tersebut sangat berarti dalam mendukung seluruh proses penelitian, mulai dari pengadaan alat, pengujian, hingga penyusunan laporan. Tanpa dukungan

ini, penelitian ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik. Semoga kerja sama yang telah terjalin dapat terus berlanjut dan memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

7. Referensi

Artikel

- [1] DAndriani, Evi. 2010. Teori dasar tentang darah <http://eviandrianimosy.blogspot.co.id/2010/07/pengenalan penyakit-darah-menggunakan.html>.
- [2] Arfi. 2019. Pengertian Buzzer Aktif. Diakses dari <https://mechasolution.co.id/perbedaan-buzzer-aktif-dan-buzzer-pasifserta-cara-menggunakan-dengan arduino/>
- [3] Aulia.2009.TransfusiDarah <https://4uliedz.wordpress.com/2009/11/25/tranfusi%20darah>
- [4] Irmanusil.2014. Makalah Transfusi Darah. <https://irmaasusil.wordpress.com/tag/makalah-transfusi-darah>

Buku

- [1] Dikky auliya Saputra, Amarudin, Novia Utami, Rizky Setiawan. (2020) Rancang bangun alat pemberian pakan ikan menggunakan mikrokontroler
- [2] Elangsaiki, (2013) Relay dan modul relay
- [3] Fiqriansyah, (2017) Automatic Blood Dan Infus Warmer Dengan Error Feedback
- [4] Husnia, (2013) Blood infusion warmer with LDR Sensor
- [5] Philipson Valerius Ginting dan Khairul Amdani, (2015) Rancang Bangun Detektor Suhu Ruangan Menggunakan Sensor Lm35 Dengan duino Uno V3.0 Berbasis Liquid Cristal Display (Lcd), Jurnal Einstein
- [6] Parindra, (2015) Prototipe Blood infusion warmer Berbasis Mikrokontroller ATMega8
- [7] Saptaji, ST. M.Tr.T (2016) bekerja dengan lcd i2c Sutiari dan Dian Pranoto (2012) Ode Runa dengan Judul prototype alat blood infusion warmer berbasis mikrokontrolleur ATMega328

Prosiding

- [1] Paal, P.; Brugger, H ; Strapazzon, G. Accidental hypothermia. Handb. Clin. Neurol. 2018, 157, 547-563. [Google Scholar] <https://4uliedz.wordpress.com/2009/11/25/tranfusi-darah>
- [2] Philipson Valerius Ginting dan Khairul Amdani, (2015) Rancang Bangun Detektor Suhu Ruangan Menggunakan Sensor Lm35 Dengan duino Uno V3.0 Berbasis Liquid Cristal Display (Lcd), Jurnal Einstein
- [3] widiyastuti, Drs.Ishafit, M, Si. (2019). Penentuan kalor jenis bahan menggunakan metode pendinginan newton dan sensor suhu DS18B20 Berbasis Ardino nano;Jurnal riset dan kajian pendidikan fisika 2016 hal.4 http://eprints.uad.ac.id/14830/1/1500007003_Widyastuti.pdf