

RANCANG BANGUN BOX BLOOD WARMER BERBASIS IoT DENGAN MONITORING SUHU OTOMATIS DAN DETEKSI KANTONG DARAH

Oleh : Devi Yesitasari¹, Faizah², Patrisius Kusi Olla³, Anggita Sekarningrum⁴, Sheilla Nadia Valina⁵

^{1,2,5}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang

^{3,4}Teknik Elektromedik Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang

Email: devi.yesitasari@polines.ac.id¹

Abstrak

Transfusi darah memerlukan pemanasan darah hingga suhu mendekati suhu tubuh untuk mencegah hipotermia. Penelitian ini merancang box blood warmer berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memonitor suhu darah dan mendeteksi keberadaan kantong darah secara otomatis. Sistem menggunakan sensor DS18B20 untuk membaca suhu dan mengaktifkan heater jika suhu kurang dari 38°C, serta mematikannya jika suhu melebihi batas. Sensor TCS3200 digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya kantong darah, yang ditampilkan melalui LCD 20x4 dan smartphone Android menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Firebase. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja stabil dengan pembacaan suhu yang akurat serta mampu memberikan informasi kondisi kantong darah secara real-time. Alat ini dapat diterapkan pada layanan kesehatan sebagai dukungan proses transfusi darah yang aman dan efisien.

Kata kunci : Box Blood Warmer, IoT, DS18B20, TCS3200, Monitoring suhu.

Abstract

Blood transfusions require heating blood to a temperature close to body temperature to prevent hypothermia. This study designed an Internet of Things (IoT)-based blood warmer box capable of monitoring blood temperature and automatically detecting the presence of blood bags. The system utilizes a DS18B20 sensor to measure the temperature and activate the heater when the temperature is below 38°C, and deactivate it when the temperature exceeds the limit. The TCS3200 sensor is used to detect the presence or absence of blood bags, which is displayed via a 20x4 LCD and an Android smartphone using NodeMCU ESP8266 and Firebase. Test results indicate that the system operates stably, providing accurate temperature readings and real-time information on the condition of blood bags. This tool can be applied in healthcare services to support safe and efficient blood transfusion processes.

Keywords : Box Blood Warmer, IoT, DS18B20, TCS3200, Temperature Monitoring

1. Pendahuluan

Transfusi darah merupakan prosedur medis yang penting dalam penanganan pasien dengan kehilangan darah akibat trauma, operasi besar, atau gangguan hematologi. Salah satu syarat keberhasilan prosedur ini adalah memastikan darah yang ditransfusikan memiliki suhu yang mendekati suhu tubuh normal, yaitu 35–37°C. Apabila darah diberikan dalam kondisi terlalu dingin, pasien dapat mengalami hipotermia yang berisiko mengganggu

fungsi organ vital bahkan mengancam jiwa (Santoso, 2022). Oleh karena itu, diperlukan alat bantu berupa *blood warmer* yang mampu menghangatkan darah sebelum masuk ke dalam tubuh pasien. Namun, sebagian besar perangkat *blood warmer* konvensional masih belum dilengkapi sistem pemantauan suhu otomatis serta belum memiliki kemampuan mendeteksi keberadaan kantong darah secara visual. Seiring dengan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT),

integrasi antara pemantauan suhu otomatis dan deteksi kantong darah secara real-time melalui sistem terhubung menjadi solusi potensial untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi alat medis (Widodo, 2021). Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan, seperti yang dilakukan oleh Saputra dan Budayawan (Sutiari et al, 2018) yang mengembangkan sistem pemantauan suhu dan masa berlaku kantong darah pada alat pendingin otomatis berbasis IoT menggunakan sensor DHT11 dan NodeMCU, meskipun akurasi masih terbatas dan fokusnya pada pendinginan, bukan penghangatan darah. Penelitian oleh Wardani, Riyanto, dan Tharam (Ayser et al, 2020) memanfaatkan sensor warna TCS3200 dan ESP32-CAM dalam kotak penyimpanan pintar untuk mendeteksi uang kertas berdasarkan warna dengan akurasi 95%, namun tidak dirancang untuk aplikasi medis maupun pengendalian suhu. Sementara itu, Fatmawati (Liuk, 2018) merancang prototipe *blood warmer* dengan pengendalian suhu berbasis metode PID dan sistem notifikasi melalui Telegram, tetapi belum menyertakan fitur deteksi keberadaan kantong darah. Berangkat dari keterbatasan studi sebelumnya, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem *box blood warmer* berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor suhu presisi tinggi DS18B20, sensor warna TCS3200 untuk deteksi visual kantong darah, serta tampilan informasi suhu dan status darah secara real-time melalui LCD dan aplikasi Android dengan bantuan NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke Firebase. Dengan demikian, sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi komprehensif dalam mendukung proses transfusi darah yang aman, efisien, dan adaptif terhadap

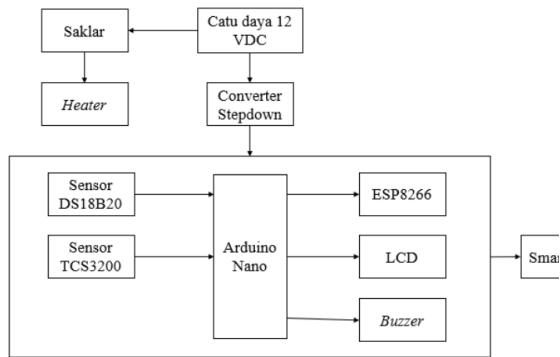
perkembangan teknologi medis modern.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa eksperimental dengan metode rancang bangun (*design and build*) untuk mengembangkan alat *box blood warmer* berbasis *Internet of Things* (IoT). Proses penelitian terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu: identifikasi kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), integrasi sistem, serta pengujian dan evaluasi kinerja alat.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama, sensor suhu DS18B20 untuk membaca suhu darah, modul pemanas (*heater*) yang dikendalikan melalui relay, sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi keberadaan kantong darah berdasarkan warna, NodeMCU ESP8266 untuk konektivitas IoT, serta LCD 20x4 sebagai media tampilan informasi lokal. Catu daya 12 V digunakan untuk mendukung kerja seluruh rangkaian. Sensor DS18B20 diletakkan pada bagian dalam box untuk mengukur suhu kantong darah secara langsung, sedangkan sensor TCS3200 diposisikan menghadap permukaan kantong darah untuk mendeteksi warna sebagai indikator keberadaan



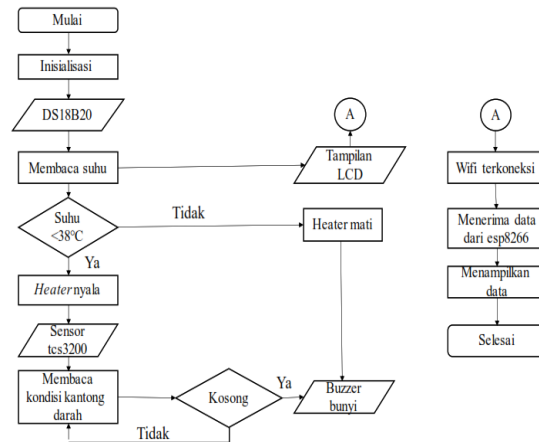
Gambar 1 Blok Diagram Sistem Box Blood Warmer



Gambar 2 Box Blood Warmer

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dalam sistem *box blood warmer* ini dilakukan menggunakan platform Arduino IDE sebagai lingkungan pengembangan utama. Program dikembangkan untuk mengatur proses pembacaan data suhu dari sensor DS18B20, pengendalian pemanas berdasarkan nilai ambang suhu yang ditentukan, pendeteksian keberadaan kantong darah menggunakan sensor warna TCS3200, serta pengiriman data secara real-time ke Firebase melalui koneksi internet menggunakan NodeMCU ESP8266.



Gambar 3 Blok Diagram Perancangan Sistem

Algoritma kerja sistem dirancang agar sensor DS18B20 membaca suhu darah secara berkala dalam interval waktu tertentu. Jika suhu yang terdeteksi berada di bawah 35°C, maka modul heater akan diaktifkan melalui sinyal yang dikirimkan oleh Arduino Nano ke modul relay. Sebaliknya, jika suhu telah mencapai atau melebihi 37°C, maka heater akan dinonaktifkan secara otomatis untuk mencegah pemanasan berlebih. Sementara itu, sensor TCS3200 akan mendeteksi nilai RGB dari objek yang berada di depannya. Jika nilai warna sesuai dengan referensi warna kantong darah, maka sistem akan menampilkan status "kantong darah terdeteksi"; jika tidak, maka sistem menampilkan status "kosong". Data suhu dan status kantong darah kemudian dikirimkan secara langsung ke Firebase menggunakan koneksi Wi-Fi yang terhubung melalui NodeMCU, dan informasi tersebut ditampilkan baik pada LCD 20x4 sebagai tampilan lokal, maupun pada aplikasi Android sebagai tampilan jarak jauh.



Gambar 4 Tampilan pada Aplikasi Android

Seluruh proses ini berlangsung secara terintegrasi, sehingga pengguna dapat memantau kondisi suhu dan status kantong darah secara real-time dari lokasi berbeda.

2.3 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi sensor suhu, respon sistem terhadap perubahan suhu, keakuratan sensor TCS3200 dalam mendeteksi kantong darah, serta stabilitas pengiriman data ke Firebase. Pengukuran suhu diuji terhadap thermometer digital sebagai pembanding. Selain itu, dilakukan simulasi dengan dan tanpa kantong darah untuk menguji sensitivitas sensor warna. Keberhasilan sistem dinilai dari ketepatan kendali suhu otomatis, keakuratan deteksi kantong darah, dan ketepatan tampilan data secara lokal dan daring.

3. Hasil dan Analisa

Setelah proses perancangan dan perakitan sistem *box blood warmer* selesai, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi performa dari masing-masing komponen utama, yaitu sensor suhu DS18B20, sensor warna

TCS3200, sistem pemanas, serta pengiriman data ke Firebase dan tampilan pada aplikasi Android.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DS18B20 mampu membaca suhu cairan dalam kantong darah secara akurat, dengan deviasi yang sangat kecil dibandingkan dengan thermometer digital standar.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Sensor DS18B20

Percobaan ke-	Suhu Referensi di LCD	Suhu pada thermometer
1	38°C	36.52
2	38°C	36.79
3	38°C	37.45
4	38°C	37.86
5	38°C	36.15
Rata-rata	38°C	36.95

Sistem pengendalian suhu bekerja dengan baik, di mana pemanas akan aktif ketika suhu terdeteksi di bawah 35°C, dan akan mati secara otomatis saat suhu melebihi 38°C. Respon sistem terhadap perubahan suhu cukup cepat, dengan waktu pemanasan hingga suhu target berkisar antara 2–4 menit, tergantung suhu awal cairan.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Sistem Pemanas

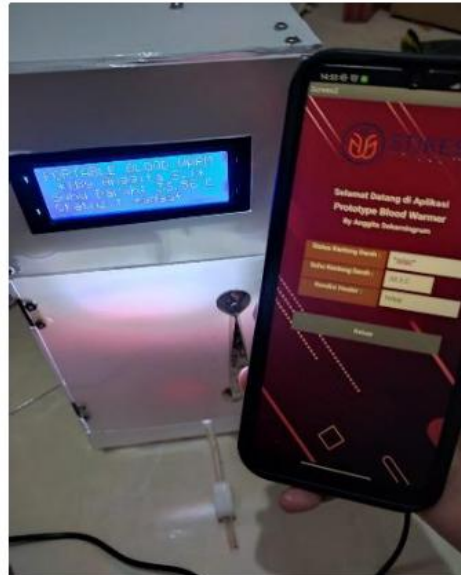
Menit Ke-	Suhu	Kondisi Heater
Ke-0	30.19°C	ON
Ke-1	31.06°C	ON
Ke-2	31.93°C	ON
Ke-3	32.26°C	ON
Ke-4	33.50°C	ON
Ke-5	33.87°C	ON
Ke-6	34.57°C	ON
Ke-7	34.98°C	ON
Ke-8	35.34°C	ON
Ke-9	35.88°C	ON
Ke-10	36.25°C	ON
Ke-11	36.95°C	ON
Ke-12	37.06°C	ON
Ke-13	37.58°C	ON
Ke-14	38.02°C	OFF
Ke-15	38.10°C	OFF
Ke-16	37.96°C	ON
Ke-17	37.63°C	ON
Ke-18	38.12°C	OFF
Ke-19	38.00°C	OFF
Ke-20	37.88°C	ON

Pengujian sensor warna TCS3200 dilakukan dengan mendekatkan kantong darah pada sensor, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan kantong darah dengan akurasi tinggi. Ketika tidak terdapat objek berwarna gelap (merah gelap khas darah) di depan sensor, sistem menampilkan status “Tidak Terdeteksi”, dan ketika objek yang sesuai terdeteksi, sistem akan menampilkan status “Kantong Darah Terdeteksi”. Hal ini menunjukkan bahwa metode deteksi visual berdasarkan nilai RGB dari sensor TCS3200 dapat digunakan secara efektif untuk mendeteksi keberadaan kantong darah.

Tabel 3 Hasil Pengujian System Pengiriman data

Pengukuran ke-	Suhu Referensi Heater di LCD	Suhu pada Smartphone	Selisih waktu
1	38°C	37.92°C	30 detik
2	38°C	37.88°C	45 detik
3	38°C	38.00°C	0 detik
4	38°C	38.00°C	0 detik
5	38°C	38.00°C	0 detik
Rata-rata	38°C	37.96°C	15 detik

Sistem pengiriman data menggunakan NodeMCU ESP8266 berjalan stabil selama pengujian. Data suhu dan status kantong darah berhasil dikirim ke Firebase dan ditampilkan secara real-time pada aplikasi Android.



Gambar 5 Suhu yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan Aplikasi Android

Informasi yang sama juga ditampilkan pada LCD 20x4, memungkinkan pemantauan secara lokal oleh petugas medis. Seluruh komponen sistem berjalan secara terintegrasi dan dapat merespons kondisi lingkungan secara otomatis tanpa perlu intervensi manual.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan sistem *box blood warmer* berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau dan mengatur suhu darah secara otomatis serta mendeteksi keberadaan kantong darah secara visual. Sistem menggunakan sensor suhu DS18B20 yang memiliki tingkat akurasi tinggi dalam membaca suhu cairan, dikendalikan melalui mikrokontroler Arduino Nano dan modul relay untuk mengaktifkan serta menonaktifkan pemanas. Sensor warna TCS3200 digunakan untuk mendeteksi keberadaan kantong darah berdasarkan nilai warna, dengan hasil deteksi yang

ditampilkan secara real-time pada LCD 20x4 dan aplikasi Android yang terhubung melalui Firebase. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga suhu darah dalam rentang aman 35–37°C, dengan respon otomatis terhadap perubahan suhu. Deteksi kantong darah juga berjalan efektif, dengan tingkat akurasi tinggi dalam membedakan keberadaan objek. Selain itu, sistem mampu mengirim dan menampilkan data secara real-time ke aplikasi berbasis Android, memungkinkan pemantauan jarak jauh oleh tenaga medis. Dengan kemampuan integrasi pemantauan suhu, deteksi visual kantong darah, serta akses data berbasis IoT, alat ini berpotensi diterapkan dalam lingkungan medis untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam proses transfusi darah. Penelitian ini juga menjadi kontribusi dalam pengembangan perangkat medis terintegrasi yang mudah diakses dan terjangkau.

Daftar Pustaka

- [1] A. Santoso, “Analisis risiko hipotermia akibat transfusi darah dingin,” *Jurnal Kesehatan Klinik*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [2] A. Widodo, “Implementasi Internet of Things pada perangkat medis,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [3] D. K. Sutiari and D. P. O. Runa, “Prototype alat blood warmer berbasis mikrokontroler ATmega328,” *Jurnal Teknik Medik*, vol. 4, no. 1, 2018.
- [4] N. Ayser, “Rancang bangun blood warmer dengan pengatur suhu otomatis berbasis IoT,” *Jurnal Teknologi Kesehatan*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [5] F. P. Liuk, “Rancang bangun heater pada blood warmer dengan tampilan LCD berbasis ATmega8535,” *Jurnal Sistem Elektronika Medis*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [6] S. Saputra and K. Budayawan, “Sistem monitoring suhu dan kadaluwarsa kantong darah pada pendingin otomatis berbasis Internet of Things,” *Voteteknika*, vol. 9, no. 3, 2023.
- [7] F. K. Wardani, A. Riyanto, and M. Y. Tharam, “Rancang bangun smart saving box dengan sensor warna TCS3200 dan ESP32-CAM,” *J. Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, vol. 2, no. 3, 2025.
- [8] S. P. Fatmawati, “Prototype alat blood warmer berbasis IoT dan aplikasi Telegram Messenger dengan metode PID,” Skripsi, Univ. Mercu Buana Jakarta, 2021.