

Rancang Bangun *Cooler Blood Box Portable* dengan Menggunakan Sistem *Thermoelectric*

Arif Ramdan¹, Apip Badarudin², Bowo Yuli Prasetyo³

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung 40012

¹E-mail : arif.ramdan.tptu21@polban.ac.id

²E-mail : apipbdr@polban.ac.id

³E-mail : bowo_yuli@polban.ac.id

ABSTRAK

Transfusi darah banyak memberikan manfaat dan pertolongan bagi para pasien/penderita sakit yang sangat membutuhkan darah. Darah yang sudah di donor seringkali tidak langsung digunakan dan harus disimpan di *blood bank* agar tidak *expired*. Untuk itu penulis membuat alat *cooler blood box portable* dengan menggunakan pendinginan *thermoelectric* jenis TEC1-12706 dan menggunakan sumber listrik dari pln yang di konversi dari arus AC menjadi DC menggunakan *power supply* atau baterai ion-litium agar sistem dapat digunakan ketika darah di transportasi ke tempat yang membutuhkan. Darah harus dijaga temperaturnya pada 2°C sampai 6°C, untuk metode pengujian data menggunakan termometer digital dan tang ampere pada titik yang telah ditentukan. Hasil dari perancangan yang telah dilakukan hanya mencapai 13,3°C hal tersebut belum memenuhi standar penyimpanan darah, hasil tersebut dikarenakan kapasitas *thermoelectric* yang digunakan lebih kecil dibandingkan beban ruangan yang besar.

Kata Kunci : Suhu Dingin, Darah, *Thermoelectric*, Termometer Digital, *Portable*, baterai Ion-Litium.

ABSTRACT

Blood transfusions provide many benefits and help for patients/sick sufferers who really need blood. Blood that has been donated is often not used immediately and must be stored in a blood bank so that it does not expire. For this reason, the author made a portable blood box cooler using thermoelectric cooling type TEC1-12706 and using a power source from pln which is converted from AC to DC using a power supply or lithium-ion battery so that the system can be used when the blood is transported to a place where it is needed. The blood temperature must be maintained at 2°C to 6°C, for the data testing method using a digital thermometer and ampere forceps at a predetermined point. The results of the design that have been carried out only reach 13.3°C, this does not meet blood storage standards, this result is because the thermoelectric capacity used is smaller than the large room load.

Keywords : Cold Temperature, Blood, *Thermoelectric*, Digital Thermometer, *Portable*, Lithium-Ion battery.

1. PENDAHULUAN

Transfusi darah banyak memberikan manfaat dan pertolongan bagi para pasien/penderita sakit yang sangat membutuhkan darah. Darah yang sudah di donor seringkali tidak langsung digunakan dan harus disimpan di *Blood Bank* seperti di PMI agar tidak *expired* [1]. Darah disimpan pada temperatur 2°C-6°C di bank darah. Jika suhu di bawah 2°C, banyak sel darah merah yang akan mati dan menyebabkan pengentalan. Jika di atas 6°C ada kemungkinan bakteri akan lebih mudah berkembang biak [2]. Penyimpanan di bawah 6°C bertujuan untuk mengurangi metabolisme darah dalam mengkonsumsi gula selagi disimpan.

Kebutuhan pendonor darah tidak selalu dekat dengan *Blood Bank* sehingga pada saat dibutuhkan, darah harus di transportasikan ke tempat yang memerlukan. Namun pada saat darah dipindahkan ada kemungkinan temperatur darah akan mengalami kenaikan. Hal tersebut dapat membuat kondisi darah menjadi rusak. Kondisi tersebut dapat dikurangi dengan membuat alat penyimpan *portable* untuk menghindarkan darah dari kerusakan [3]. Alat tersebut untuk memudahkan penyimpanan darah saat transportasi dengan dilengkapi sistem pendingin. Sistem pendingin tersebut berbeda dari pendingin pada umumnya, selain menghasilkan temperatur dingin juga harus mempunyai bobot yang ringan [4].

Dengan adanya kondisi tersebut di atas dilakukan “Rancang Bangun *Cooler Blood Box Portable* dengan menggunakan sistem *Thermoelectric*”. Alat tersebut berukuran kecil, sehingga dapat dibawa ke mana saja dan ramah lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Thermoelectric*

Pada proses rancang bangun ini menggunakan modul *thermoelectric* sebagai alat pendinginan, modul ini terbuat dari bahan BiSn secara komersial di definisikan sebagai TEC-12706 dan memiliki dimensi 40×40×4 mm³ modul ini tersedia luas di pasaran dan dapat beroperasi dengan tegangan arus (DC) dengan nilai arus maksimum 6.4A, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Modul *Thermoelectric*

Item	Remark
Model	TEC1-12706
Dimension	40×40×4 mm ³
Material	Bisn
<i>I</i> _{max} (A)	6.4
<i>V</i> _{max} (V)	16.4
<i>Q</i> _{max} (W)	57
ΔT _{max} (K)	75

2.1.1 Prinsip Kerja *Thermoelectric*

Arus listrik mengalir dari sumber tegangan berpotensi positif (tipe P) dan mengalir ke arus listrik berpotensi negatif (tipe N). arah aliran.

1. Efek Seebeck

Efek seebeck akan terjadi apabila dua buah material semikonduktor dengan material berbeda dihubungkan sedemikian rupa dalam rangkaian tertutup dan kedua sambungan tersebut dipertahankan dalam temperatur yang berbeda, untuk mengetahui nilai *S_m*, maka dapat menggunakan persamaan (1).

$$S_m = \quad (1)$$

Keterangan :

- S_m* = Seebeck koefisien (V/K)
- V_{max}* = Tegangan maksimum thermoelectric (Volt)
- T_h* = Temperatur sisi panas thermoelectric (°C)

2. Efek Peltier

Efek peltier berkebalikan dengan seebeck, pada fenomena ini terjadi apabila arus listrik mengalir pada suatu rangkaian dari material semi konduktor yang berbeda akan terjadi penyerapan kalor pada sambungan kedua material semi konduktor dan akan terjadi juga pelepasan kalor pada material semi konduktor yang lainnya. Penyerapan dan pelepasan kalor ini sebanding lurus dengan arah arus listrik. Efek dari peltier menghasilkan persamaan (2).

$$q_p = \alpha \cdot T_c \cdot I \quad (2)$$

Keterangan :

- q_p* = Kalor yang dipompa oleh efek peltier (W)
- α = Koefisien seebeck (V/K)
- I*_{ab} = Arus (A)
- T_c* = Temperatur sisi dingin (K)

2.1.2 Kapasitas Penyerapan Kalor Modul *Thermoelectric*

Berdasarkan prinsip kerjanya, *thermoelectric* mempunyai nilai kapasitas penyerapan kalor pada sisi dingin seperti dalam persamaan (3).

$$Q_c = \alpha \cdot m \cdot I \cdot T_c + \frac{1}{2} \cdot R \cdot I^2 - K_m \cdot \Delta T \quad (3)$$

Untuk nilai kapasitas pelepasan kalor pada sisi panas dapat dilihat dalam persamaan (4).

$$Q_h = \alpha \cdot m \cdot I \cdot T_h + \frac{1}{2} \cdot R \cdot I^2 - K_m \cdot \Delta T \quad (4)$$

Keterangan :

- Q_c* = Nilai penyerapan kalor pada sisi dingin (W)
- Q_h* = Nilai pelepasan kalor pada sisi panas (W)
- α_m = Koefisien seebeck elemen (V/K)
- K_m* = Konduktivitas termal elemen (W/K)
- ΔT = Perbedaan temperatur sisi panas dan dingin (K)
- T_c* = Temperatur sisi dingin (K)
- T_h* = Temperatur sisi panas (K)
- I* = Arus listrik (A)
- R* = Tahanan elektrik (Ω)

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu rancang bangun yang dimana membuat sistem untuk diuji. Untuk perancangan sistem diperlukan perhitungan beban pendinginan sebagai acuan untuk pemilihan alat yang digunakan untuk membuat sistem. Untuk langkah-langkah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengujian performa alat *cooler blood box portable* dengan menggunakan sistem *thermoelectric* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji performa alat

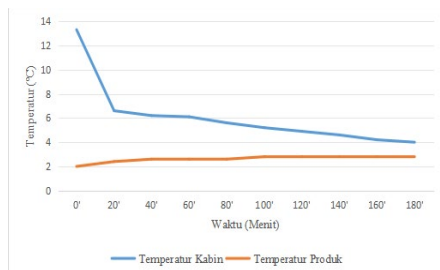
No	Komponen	Hasil	Keterangan
1	Power supply	✓	Menyala pada tegangan 11,5v
2	Power Cable	✓	Berfungsi dengan baik tidak ada trouble
3	Termometer digital	✓	Berfungsi dengan baik Kinerja
4	Thermoelectric	✓	thermoelectric belum maksimal
5	Baterai	✓	Menyala pada tegangan 11,1v

Tabel 3. Perbandingan data perancangan dan hasil pengujian

No	Parameter	Perancangan	Hasil Pengujian
1	Temperatur Kabin	2°C	4°C
2	Temperatur Produk	2°C	2,8°C
3	Temperatur Peltier Dingin	0°C	0,4°C
4	Temperatur Peltier Panas	25°C	29,8°C
6	Arus	6,4	5,36A
7	Tegangan	12	11,5

4.1 Analisis Temperatur Kabin dan Temperatur Produk Terhadap Waktu

Temperatur kabin dan temperatur produk yang didapat pada hasil perancangan dapat dilihat pada Gambar 4.

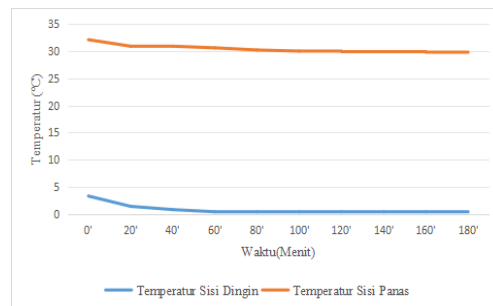


Gambar 4. Grafik temperatur kabin dan temperatur produk terhadap waktu

Berdasarkan grafik pada Gambar 4. dapat dilihat temperatur produk lebih rendah dari temperatur kabin, hal tersebut karena produk sudah dikondisikan terlebih dahulu. Temperatur kabin terus menurun karena sistem berjalan tanpa *cut off*, sedangkan temperatur produk terus menaik karena kerja *thermoelectric* yang kurang maksimal sehingga mengakibatkan temperatur produk terus menaik.

4.2 Analisis Temperatur Thermoelectric Sisi Dingin dan Thermoelectric Sisi Panas Terhadap Waktu

Temperatur *thermoelectric* sisi dingin dan temperatur *thermoelectric* sisi panas yang didapat pada hasil perancangan dapat dilihat pada Gambar 5.

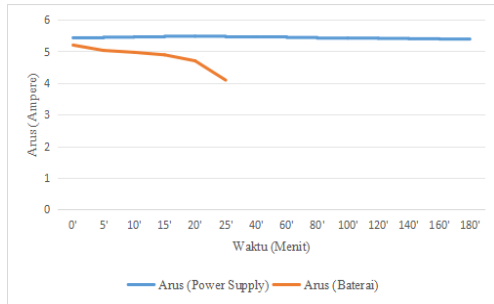


Gambar 5. Grafik temperatur *thermoelectric* sisi dingin dan temperatur *thermoelectric* sisi panas

Berdasarkan grafik pada Gambar 5. dapat dilihat temperatur *thermoelectric* berbeda signifikan yang dimana temperatur sisi dingin lebih rendah dari temperatur *thermoelectric* sisi panas hal tersebut merupakan fungsi utama modul *thermoelectric*. Temperatur *thermoelectric* sisi dingin dan sisi panas terus menurun selama sistem berjalan sampai temperatur berada di titik konstan.

4.3 Analisis Arus Baterai dan Arus Power Supply Terhadap Waktu

Pada pengambilan data arus baterai dan arus *power supply* hasil perancangan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik arus baterai dan arus *power supply* terhadap waktu

Berdasarkan grafik pada Gambar 6. dapat dilihat arus yang dihasilkan *power supply* stabil selama sistem berjalan sedangkan arus yang dihasilkan baterai menurun dan hanya berjalan selama 25 menit.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan melakukan pengujian terhadap sistem maka dapat disimpulkan:

1. *Thermoelectric* yang digunakan berjenis TEC1-12706.
2. Kerja *Thermoelectric* kurang maksimal sehingga tidak dapat mencapai temperatur yang diinginkan.
3. Baterai yang digunakan tanpa *charging* hanya mampu digunakan sampai 25 menit, dan baterai tersebut berhenti pada tegangan 8,7 volt.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak Politeknik Negeri Bandung yang telah memberikan fasilitas dan bantuan dana yang sangat berguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pentingnya peneddinginan bank darah [Internet]. [cited 2021 Jul 6]. Available from: <https://www.indotara.co.id/pentingnya-pendingin-bank-darah&id=385.html>
- [2] Mesin Pendingin Bank Darah & Plasma Darah | Blood Bank Refrigerator [Internet]. [cited 2021 Jul 6]. Available from: <https://astromesin.com/mesin-pendingin-bank-darah>
- [3] Prasetyo, Y. A. R. (2017). Sistem Pendinginan Hybrid *Thermoelectric Cooler* Dan *Phase Change Material* (PCM) Pada *Cool Box* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- [4] Putra, F. C., & Repi, V. V. R. (2019).

- Perancangan Dan Pembuatan Kotak Pendingin Berbasis Termoelektrik Untuk Aplikasi Penyimpanan Vaksin Dan Obat-Obatan. *Jurnal Ilmiah Giga* (2), 73.
- [5] Agnisia Tresna. (2023). Kaji Eksperimental Termoelektrik Sebagai Penghasil Air Dengan Variasi Kecepatan Udara.
 - [6] *American Society of Heating, R. and A.-C. E. (ASHRAE). (2001) ASHRAE Handbook Refrigeration and Thermodynamics Cycle. ASHRAE.*
 - [7] *ASHRAE Handbook, (2006). Refrigeration System and Applications (SI), American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineering. ASHRAE, Atlanta, Georgia.*
 - [8] Wahyudin. (2018). Pembuatan Alat Pendingin Air menggunakan Modul Termoelektrik Pelier TEC-12706. Politeknik Negeri Bandung.
 - [9] Wiranda, Muhammad. (2021). Analisis performa kinerja termoelektrik generator pada kompor sebagai pembangkit listrik. <https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/18711-Full-Text.pdf>.
 - [10] Prasetio, B., Nufus, T. H., & Nuriskasari, I. (2021, December). Prototipe Alat Pengubah Udara Menjadi Air Menggunakan Thermoelectric Cooler Dengan Heatsink Sisi Dingin 7 Sirip. In Seminar Nasional Teknik Mesin (pp. 425-434).
 - [11] Prasetyo, Y., Salim, A. T. A., & Indarto, B. (2019). Karakteristik Termoelektrik TEC Bervariasi Tipe Dengan Variasi Pembebanan Resistor. *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, 2(01), 37-41.
 - [12] Bowo Yuli Prasetyo, (2024). *Thermal Performance Investigation of Thermoelectric Cooling System with Various Hot-Side Cooling Methods.*