

PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN OBAT RAMAH LINGKUNGAN

Suminto¹, Agus Setiawan²

^{1,2}Universitas Pamulang

^{1,2}Jl. Raya Puspipetek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan Banten 15310, Indonesia

¹dosen00944@unpam.ac.id

²dosen00935@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 18-10-2020
revisi : 17-12-2020
diterima : 30-03-2021
dipublish : 31-03-2021

ABSTRAK

Dalam dunia medis dibutuhkan tempat penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan bahan obat-obatan menjadi awet dan tidak mudah rusak. Lemari pendingin dalam kehidupan manusia tidak pernah lepas dari kehidupan sehari-hari. Lemari pendingin saat ini masih menggunakan Freon, sedangkan penggunaan Freon sangat tidak ramah lingkungan. Penggunaan Freon atau refrigeran bisa mempercepat pemanasan global, karena bisa merusak lapisan ozon. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat kotak pendingin obat yang ramah lingkungan karena tidak menggunakan Freon dan efektif digunakan sebagai alat penyimpanan obat. Metode yang digunakan untuk menggantikan penggunaan Freon adalah menggunakan termoelektrik. Efek peltier ini digunakan untuk menghasikan suhu dingin pada termoelektrik dan suhu yang dingin disebar keruangan menggunakan kipas. Untuk *setting* suhu menggunakan sensor LM35 dan di kontrol menggunakan Arduino. Hasil pengujian pada malam hari dengan *box* ukuran 30x30cm dan dengan menggunakan tegangan 12 Volt dan dengan arus 5 Ampere dapat mengubah suhu dari 24,4°C menjadi 21,5°C dengan memerlukan waktu 20 menit. Dari hasil pengukuran saat penelitian dapat disimpulkan bahwa kotak yang di gunakan untuk mendinginkan ruangan *box* pendingin obat berfungsi dengan baik, dan tidak menggunakan Freon sehingga ramah lingkungan.

Kata kunci : efek peltier; refrigeran; termoelektrik

ABSTRACT

Eco-friendly medicine cooler box design. In the medical world, a storage area that is used to store medicinal materials is needed to be durable and not easily damaged. Refrigerators in human life can never be separated from everyday life. The current refrigerator is still using Freon, while the use of Freon is not very environmentally friendly. The use of Freon or refrigerant can accelerate global warming, because it can damage the ozone layer. The purpose of this study was to design a drug cooler box that is environmentally friendly because it does not use Freon and is effectively used as a drug storage tool. The method used to replace the use of Freon is to use a thermoelectric. This peltier effect is used to produce cold temperatures in the thermoelectric and cool temperatures spread to the room using a fan. For temperature settings using the LM35 sensor and controlled using the Arduino. At the night with a box size of 30x30cm and using a voltage of 12 Volt and a current of 5 Ampere, it can change the temperature from 24,4°C to 21,5°C with 20 minutes. From the measurement results during the study, it can be concluded that the box used to cool the drug cooler box functions properly, and does not use Freon so it is environmentally friendly.

Keywords : peltier effect; refrigerant; thermoelectric

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sekarang ini manusia semakin membutuhkan tempat penyimpanan yang bisa menyimpan berbagai benda dan membuatnya agar tetap awet, seperti: bahan baku masakan, obat-obatan, makanan, dan minuman. Berbagai jenis obat akan lebih awet jika di simpan di lemari pendingin. Untuk saat ini lemari pendingin masih menggunakan Freon atau refrigeran yang merusak lapisan ozon. Melatarbelakangi hal tersebut maka di butuhkan *box* lemari pendingin yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat kotak lemari pendingin untuk menyimpan obat yang ramah lingkungan. Alat pendingin yang biasa di pasaran sebagian besar masih menggunakan Freon atau refrigeran. Walaupun saat ini sudah ada beberapa penelitian yang menggunakan termoelektrik namun alat tersebut belum di uji cobakan untuk mendinginkan obat

(Nulhakim, 2017). Termoelektrik sebagai *cooling* sudah di lakukan pada penelitian sebelumnya, diantaranya penelitian yang di gunakan untuk menghilangkan embun pada kaca mobil temperatur yang dicapai bisa mencapai 22,4°C (Rohman. A., 2014). Berikutnya juga ada pembuatan *cool box* dengan kapasitas 7,04liter dengan total beban pendinginan sebesar 0.09168 kW (Purwoko. Y. P., 2014). Selanjutnya penelitian dengan menggunakan 3 termoelektrik *cooling* untuk mendinginkan kotak pendingin minuman, dimana saat tanpa ada beban pendinginan temperatur yang dicapai bisa 14,3°C dan saat menggunakan beban air 1 liter bisa mencapai 16,4°C (Aziz et al., 2015). Selanjutnya penelitian tentang termoelektrik *cooling* sebagai pendingin pada air *duct* sepeda motor tipe skutik dapat menurunkan temperatur udara dari 30°C menjadi 25°C pada kondisi mesin dalam

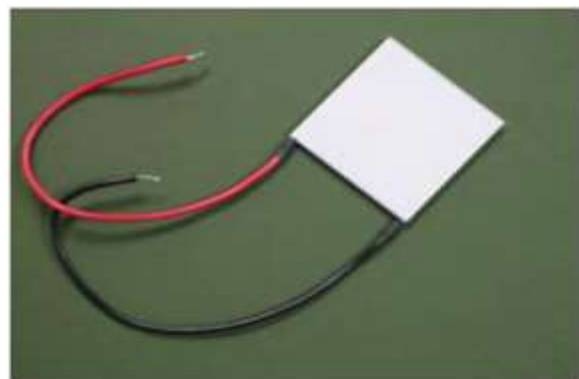
kondisi putaran idle dan udara bergerak (Imansyah Ibnu Hakim & Husniawan, 2015).

Penelitian pendingin berbasis termoelektrik *cooling* menarik untuk dilakukan, dimana pemanfaatan teknologi termoelektrik *cooling* sebagai media pendingin. Perbedaan penelitian ini dibanding penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini digunakan untuk menyimpan obat dimana obat-obatan sangat sensitif penggunaannya dibandingkan dengan makanan dan minuman atau yang lainnya. Dengan penelitian ini diharapkan pendingin yang menggunakan termoelektrik dapat dipakai secara umum sebagai penyimpanan obat agar obat lebih awet.

TEORI

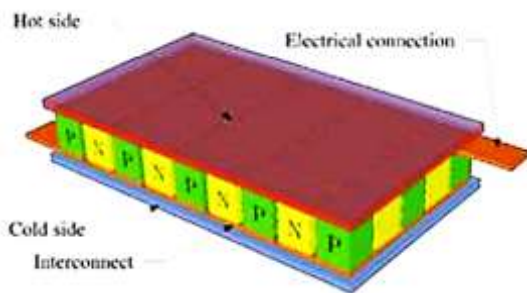
Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Pernyataan hukum pertama termodinamika tentang kekekalan energi, energi bersifat kekal, energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dikonversi dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain (Wardoyo, 2016). Pada tahun 1821 ilmuwan Jerman thomas johann seebeck menemukan fenomena termoelektrik. Penemuan ini memberikan inspirasi kepada Jean Charles sehingga pada tahun 1934 Jean Charles menemukan efek peltier. Efek peltier merupakan termoelektrik yang prinsip kerjanya merupakan kebalikan dari efek seebeck. Efek peltier (Purwiyanti et al., 2017). Efek Peltier dan Seebeck inilah yang kemudian menjadi dasar pengembangan teknologi termoelektrik (Zhao & Tan, 2014). Pendingin termoelektrik memiliki dua sisi yang memiliki perbedaan suhu cukup tinggi. Perbedaan suhu tersebut menimbulkan konduksi kalor dari sisi panas TH ke sisi dingin TC (Sulistiyanto, 2014). Termoelektrik

generator merupakan modul termoelektrik yang bekerja berdasarkan efek seebeck yang dapat mengubah energi panas menjadi listrik secara langsung (Faizal Al Farrisy, 2013). Pendingin termoelektrik atau elemen peltier (*thermoelectric cooler*) merupakan alat yang bisa menimbulkan perbedaan suhu antara kedua sisinya apabila dialiri arus listrik searah pada kedua kutub materialnya. Keuntungan elemen peltier dibandingkan alat pendingin lain yaitu ukurannya yang kecil sehingga dapat di *setting* atau dirangkai pada bidang yang lebih kecil. Gambar elemen peltier dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Elemen peltier (Purwoko. Y. P., 2014)

Pada gambar 1 tersebut elemen peltier tersusun dari dua tipe semi konduktor (tipe p dan tipe n) yang terhubung secara seri. Sambungan yang ada di kedua ujung semikonduktor tersebut dihubungkan. Interkoneksi konduktor tersebut diletakkan masing-masing diletakkan pada bagian atas dan bagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian bawah digunakan untuk menyerap kalor dan konduktor bagian atas digunakan untuk membuang kalor. Pelat yang terbuat dari keramik ditempelkan pada kedua bagian interkoneksi. Memusatkan kalor yang berasal dari konduktor merupakan kegunaan pelat ini.



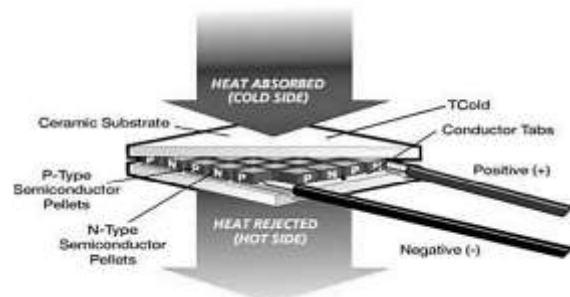
Gambar 2. Struktur elemen peltier (Zhao & Tan, 2014)

Perbedaan suhu pada kedua interkoneksi ditimbulkan oleh elemen peltier yang dialiri arus listrik. Proses penyerapan kalor atau dengan kata lain menjadi dingin terjadi saat interkoneksi yang dialiri arus dari arah semikonduktor tipe-n ke tipe-p. Sedangkan proses pembuangan kalor atau dengan kata lain menjadi panas terjadi saat interkoneksi yang dialiri arus dari arah semikonduktor tipe-p ke tipe-n. Arus dapat mengalir dalam kedua arah disebabkan interkoneksi antara semikonduktor pada elemen peltier yang terbuat dari konduktor, tidak sama dengan dioda yang interkoneksinya membuat arus mengalir hanya satu arah saja. Termoelektrik itu sendiri pada umumnya menggunakan bahan yang bersifat semikonduktor (Yusfi & Derisma, 2015). Struktur gambar termoelektrik dapat dilihat pada gambar 2. Material yang kekurangan elektron bertipe-P dan material yang kelebihan elektron bertipe-N. Tegangan pada modul termoelektrik (V) adalah:

$$V = a_m(T_h - T_c) + IR_m \quad (1)$$

Dimana R_m adalah resistansi listrik (Ohm), a_m adalah koefisien seeback ($V/^\circ C$), T_h temperatur pada sisi panas ($^\circ C$), T_c temperatur pada sisi dingin ($^\circ C$) dan I adalah arus yang melalui elemen peltier (A). Persamaan 1 tersebut menggambarkan,

modul peltier bergantung kepada perbedaan temperatur pada kedua sisi ($T_h - T_c$).



Gambar 3. Karakteristik Termoelektrik (Zhao & Tan, 2014)

Sensor LM35 yaitu sensor pendeteksi suhu di lemari pendingin dan datanya dikirim ke Arduino Uno yang akan digunakan sebagai umpan balik dari sistem kendali PID dan kemudian ditampilkan di LCD. Sensor LM35 ini memiliki kemampuan membaca suhu dari $-55^\circ C$ sampai $150^\circ C$, *input* tegangan 4-20 Vdc dan *output* pembacaan suhu $10 \text{ mV}/^\circ C$.

Arduino Uno adalah sebuah rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 kaki digital *input / output*, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) (Suminto, 2018). Arduino Uno digunakan sebagai unit kendali untuk mengaplikasikan kendali *close loop*, algoritma kendali PID.

LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan sebagai media tampilan selama proses kendali berlangsung (Yusfi & Derisma, 2015).

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu LM35, sensor ini sangat cepat mengalami perubahan tegangan apabila terkena perbedaan suhu. *Output* dari sensor ini berupa tegangan analog. Berikut gambar sensor LM35.

Pada proses selanjutnya yang akan dilakukan adalah instalasi kabel *power* 220V (PLN) sebagai sumber tegangan, dibawah ini hasil rangkaian yang telah dilakukan.



Gambar 10. Rangkaian koneksi ke PLN

Tahapan ketiga adalah pembuatan kotak pendingin termoelektrik. Pada proses pembuatan kotak pendingin ini dilakukan penataan letak komponen yang akan digunakan nantinya, seperti termoelektrik, kipas, *heatsink* dan *power supply*.

Bentuk keseluruhan kotak pendingin obat ini dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11. Bentuk fisik kotak Pendingin

Hasil pengukuran atau pengujian dilakukan dengan tegangan 12V dan Arus 5A, pengujian dilakukan pada siang hari,

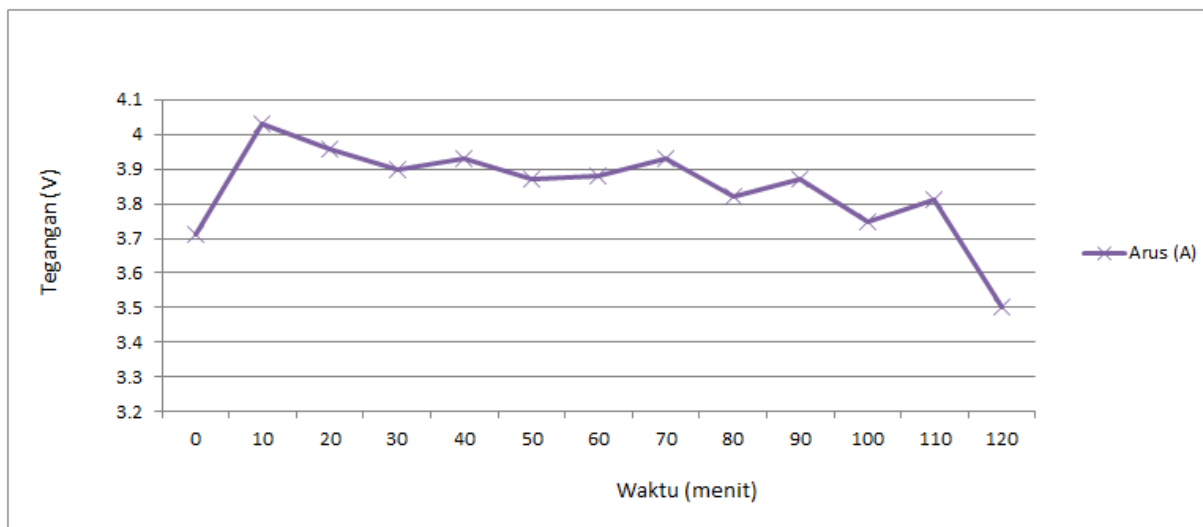
pengukuran dilakukan untuk mengukur temperatur pada lemari pendingin termoelektrik. Data diambil selama 120 menit. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data pengujian alat

Waktu (s)	Parameter				
	In Fan (V)	Peltier (V)	Arus (A)	Setting Suhu	Suhu (C)
0	12.20	12.20	3.71	20	24.4
10	12.15	12.15	4.03	20	21.5
20	12.15	12.15	3.96	20	21.0
30	12.15	12.14	3.90	20	21.5
40	12.14	12.14	3.93	20	21.5
50	12.14	12.14	3.87	20	21.0
60	12.14	12.14	3.88	20	21.5
70	12.14	12.14	3.93	20	21.5
80	12.15	12.15	3.82	20	21.5
90	12.15	12.15	3.87	20	21.0
100	12.14	12.14	3.75	20	21.5
110	12.14	12.14	3.81	20	21.5
120	12.15	12.15	3.50	20	21.5

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada saat awal pengambilan data suhu mencapai 24.4°C dengan tegangan 12.20V dan arusnya 3.71A, pengujian dilakukan selama 120 menit dengan pengambilan data selama 10 menit sekali. Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa pada saat pengujian selama 120 menit suhu mengalami penurunan sampai ke suhu 21.5°C dengan tegangan 12.15V dan arusnya 3.50A. Pengujian kali ini dapat dilihat bahwa suhu pada lemari pendingin mengalami penurunan 3°C dari suhu awalnya, yang dimana dapat dilihat pada tabel diatas bahwa *setting* suhu untuk lemari pendingin termoelektrik yaitu 20°C.

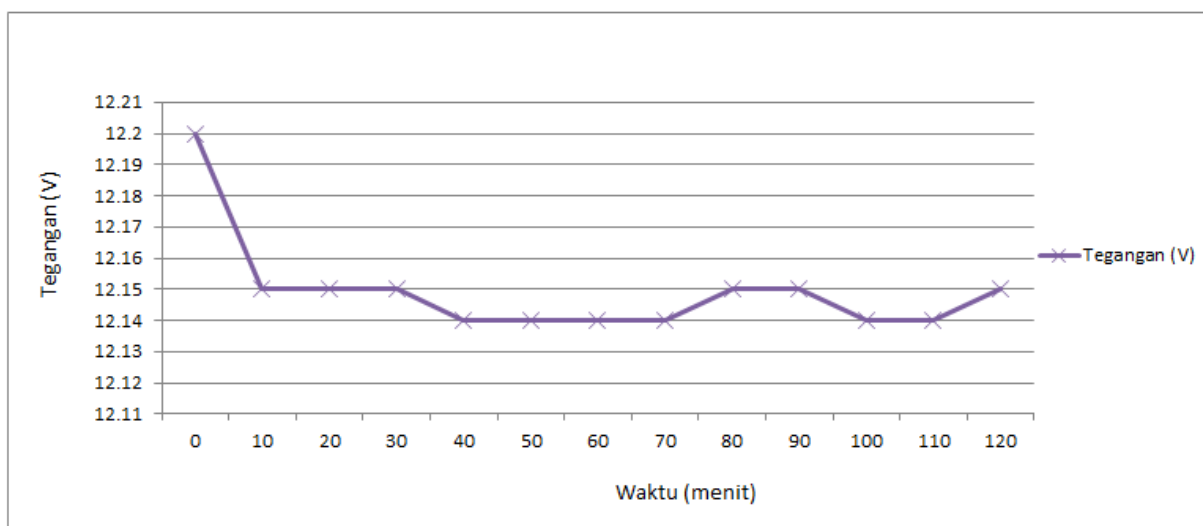
Untuk lebih jelas membaca tabel diatas, maka dibuatlah grafik garis supaya mempermudah membaca perbandingan dari tabel diatas. Berikut grafik garis dari tabel 1 diatas.



Gambar 12. Grafik hasil uji arus terhadap waktu

Pada gambar 12 diatas menunjukkan bahwa arus yang dihasilkan oleh lemari pendingin termoelektrik mengalami kenaikan pada awal pengambilan data yang arus awalnya 3.71A mengalami kenaikan pada 10 menit awal sampai ke 4.03A, arus

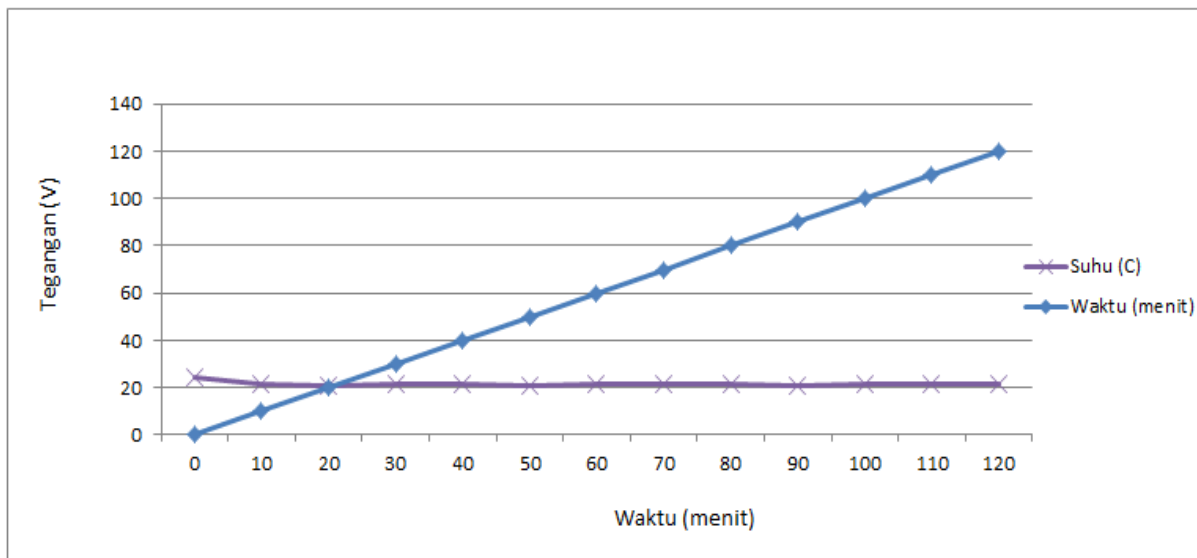
yang dihasilkan dari termoelektrik mengalami stabil pada waktu 30 menit sampai ke 110 menit, akan tetapi pada 10 menit terakhir mengalami penurunan sampai ke 3.50A. Pengujian dilakukan selama 120 menit.



Gambar 13. Grafik hasil uji tegangan terhadap waktu

Dari Gambar 13 diatas dapat dilihat bahwa tegangan pada termoelektrik mengalami penurunan pada 10 menit awal

dari tegangan 12.20V mengalami penurunan sampai ke 12.15V, dan sampai ke menit 120 tegangan 12.15V.



Gambar 14. Grafik Hasil uji suhu dan waktu

Dari gambar 14 diatas dapat dilihat bahwa suhu didalam lemari pendingin mengalami penurunan dengan pengukuran selama 120 menit. Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa penurunan mencapai ke suhu 21°C dengan waktu 20 menit. Pengukuran dilakukan 10 menit sekali.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data diatas, maka dapat disimpulkan hasil pengukuran temperatur ruangan saat malam hari dengan box ukuran 30x30cm, tegangan 12 Volt dan arus 5 Ampere dapat mengubah suhu dari 24,4°C menjadi 21,5°C dengan waktu 20 menit. Penggunaan daya kotak pendingin obat ini 70 watt. Efisiensinya $(70:70) \times 100\%$ sama dengan lemari pendingin 1 pintu yang menggunakan Freon yang menggunakan daya 70 watt. Hanya saja temperatur minimal yang dicapai kotak pendingin obat ini minimal 21,5°C. Dari hasil pengukuran saat penelitian dapat disimpulkan bahwa kotak yang digunakan untuk mendinginkan ruangan box pendingin obat berfungsi dengan baik, dan tidak menggunakan Freon sehingga ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional dan kepada Universitas Pamulang atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A., Subroto, J., & Silpana, V. (2015). Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman. *Technology*.
- Çağlar, A. (2018). Optimization of operational conditions for a thermoelectric refrigerator and its performance analysis at optimum conditions. *International Journal of Refrigeration*.
<https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2018.09.014>
- Faizal Al Farissy. (2013). Studi Eksperimental Termoelektrik Generator (Teg) Dengan Variasi Fin Dan Non Fin Pada Fluida Panas Supra X 125 Cc. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Imansyah Ibnu Hakim, I., & Husniawan, A. R. (2015). STUDI AWAL UNJUK

- KERJA PENDINGIN UDARA (AIR COOLER) BERBASIS TERMOELEKTRIK PADA AIR DUCT SEPEDA MOTOR TIPE SKUTIK. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin Indonesia XIV*.
- Nulhakim, L. (2017). UJI UNJUK KERJA PENDINGIN RUANGAN BERBASIS THERMOELECTRIC COOLING. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i1.829>
- Pathak, A., & Goel, V. (2013). Heat Pump Design Using Peltier Element for Temperature Control of the Flow Cell. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*. <https://doi.org/10.5121/ijcsea.2013.3305>
- Purwiyanti, S., Setyawan, F. X. A., Selviana, W., & Purnamasari, D. (2017). Aplikasi Efek Peltier Sebagai Kotak Penghangat dan Pendingin Berbasis Mikroprocessor Arduino Uno. *Electrician - Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*.
- Purwoko, P. Y. (2015). *PERANCANGAN PORTABLE COOL BOX BERBASIS TERMOELEKTRIK & HEAT SINK* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Rohman, A. (2014). Rancang Bangun Sistem Pendingin Pada Kaca Depan Kendaraan Menggunakan Termoelektrik Pendingin.
- Sulistiyanto, N. (2014). Pemodelan Sistem Pendingin Termoelektrik pada Modul Superlumiance LED. *Jurnal EECCIS*, 8(1), 67-72.
- Suminto, S. (2018). DETEKSI DAN ANALISA GANGGUAN TEGANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3 dan LABVIEW. *EPIC: Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control*. <https://doi.org/10.32493/epic.v1i1.1036>
- Wardoyo. (2016). STUDI KARAKTERISTIK PEMBANGKIT LISTRIK THERMOELEKTRIK MELALUI PEMANFATAN PANAS KNALPOT SEPEDA MOTOR SPORT 150CC. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 3(2), 70-75.
- Yusfi, M., Putra, W., & Derisma, D. RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEMPERATUR UNTUK PROSES PENDINGINAN MENGGUNAKAN TERMOELEKTRIK. *SEMIRATA* 2015, 2(1).
- Zhao, D., & Tan, G. (2014). A review of thermoelectric cooling: Materials, modeling and applications. In *Applied Thermal Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.01.074>