

# Pengaruh Variasi Jumlah TEC Pada Box Pendingin Terhadap Temperatur Dan Tegangan

Yusri Alfalah<sup>1)\*</sup>

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

Naskah diterima 02 08 2022; direvisi 04 05 2023; disetujui 09 05 2023  
doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2023.v16.i01.p05>

## Abstrak

Lemari es merupakan salah satu kebutuhan bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan alat pendingin seperti lemari es atau kulkas untuk menyimpan makanan, minuman, sayuran, alat pendingin juga dapat digunakan sebagai pendingin darah dan obat-obatan atau vaksin. Sistem pendingin Thermoelectric cooler (TEC) adalah salah satu alternatif teknologi pendingin, dikarenakan TEC memiliki kelebihan seperti berukuran kecil, dan tidak memiliki kebisingan dan getaran, lebih mudah dalam pengaturan suhu, membutuhkan perawatan yang sedikit, dapat menyerap panas dengan menggunakan prinsip perbedaan panas sehingga selain dapat menjadi pendingin dapat juga menjadi penghangat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa suhu, arus, dan tegangan yang dihasilkan pada variasi jumlah termoelektrik cooler pada box pendingin. Dalam penelitian ini dilakukan variasi jumlah termoelektrik cooler yaitu 1,2,3, dan 4 dari hasil penelitian jumlah TEC memiliki pengaruh terhadap box pendingin. Pada penelitian yang telah dilakukan pada jumlah 4 TEC menghasilkan suhu, arus, dan tegangan yang lebih besar dibandingkan pada jumlah 1,2, dan 3 TEC karena setiap penambahan jumlah TEC suhu, arus, dan tegangan yang dihasilkan semakin besar variasi jumlah TEC terhadap box pendingin paling baik yaitu menggunakan 4 TEC karena tempratu, arus, dan tegangan yang dihasilkan lebih besar. Untuk jumlah keseluruhan pada 1 termoelektrik cooler menghasilkan tempratur sebesar 27,5 °C arus sebesar 2,44 A dan tegangan 8,50 V, pada jumlah 2 termoelektrik cooler menghasilkan tempratur sebesar 25,6 °C arus sebesar 3,80 A dan tegangan 2,29 V, pada jumlah 3 termoelektrik cooler menghasilkan tempratur sebesar 21,1 °C arus sebesar 4,90 A dan tegangan 10,34 V, dan pada jumlah 4 termoelektrik cooler menghasilkan tempratur sebesar 17,6 °C arus sebesar 5,98 A dan tegangan 11,99 V.

Kata kunci : Termoelektrik Cooler, Box Pendingin

## Abstract

Refrigerator is one of the necessities for humans in everyday life, humans need cooling devices such as refrigerators or refrigerators to store food, drinks, vegetables, coolers can also be used as blood coolers and medicines or vaccines. The Thermoelectric cooler (TEC) cooling system is an alternative cooling technology, because TEC has advantages such as small size, and does not have noise and vibration, is easier to regulate temperature, requires less maintenance, can absorb heat using the principle of heat difference so that in addition to can be a cooler can also be a heater. This study aims to find out how much temperature, current, and voltage are produced in variations in the number of thermoelectric coolers in the cooling box. In this study, variations in the number of thermoelectric coolers were carried out, namely 1,2,3, and 4 from the results of the study the number of TECs had an effect on box bending. In research that has been carried out on the number of 4 TECs, the temperature, current, and voltage are greater than the amounts of 1,2, and 3 TECs because each additional number of TECs, the temperature, current, and voltage produced, the greater the variation in the number of TECs on the cooler box. it is best to use 4 TEC because the resulting temperature, current, and voltage are greater. For a total of 1 thermoelectric cooler it produces a temperature of 27.5 C, a current of 2.44 A and a voltage of 8.50 V, in a total of 2 thermoelectric coolers it produces a temperature of 25.6 C, a current of 3.80 A and a voltage of 2.29 V, for a total of 3 thermoelectric coolers producing a temperature of 21.1 C, a current of 4.90 A and a voltage of 10.34 V, and a total of 4 thermoelectric coolers producing a temperature of 17.6 C, a current of 5.98 A and a voltage of 11.99 V.

Keywords: Thermoelectric Cooler, Cooler Box

## 1. Pendahuluan

Lemari es merupakan salah satu kebutuhan bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan alat pendingin seperti lemari es atau kulkas untuk menyimpan makanan, minuman, sayuran, alat pendingin juga dapat digunakan sebagai pendingin darah dan obat-obatan atau vaksin [1]. Sistem pendingin Thermoelectric cooler (TEC) adalah salah satu alternatif teknologi pendingin, dikarenakan TEC memiliki kelebihan seperti berukuran kecil, kebisingan dan getaran yang lebih rendah, lebih mudah dalam pengaturan suhu, membutuhkan perawatan yang sedikit, dapat menyerap panas

dengan menggunakan prinsip perbedaan panas sehingga selain dapat menjadi pendingin dapat juga menjadi penghangat. Pendinginan dengan menggunakan TEC telah digunakan untuk menghilangkan embun kaca depan kendaraan. Penggunaan TEC untuk pendingin telah menghasilkan temperatur hingga 22,4°C. Salah satu penggunaan sistem tersebut untuk pendingin kotak minuman dengan menggunakan 3 thermoelectric cooling, mana dapat menghasilkan temperatur kotak minuman tanpa beban mencapai 14,3°C, dengan beban pendingin air sebanyak 1 liter sebesar 16,4°C. [2].

Komponen TEC ini bekerja sebagai pompa panas aktif dalam bentuk padat yang memindahkan panas

dari satu sisi ke sisi permukaan lainnya yang berseberangan, dengan konsumsi energi listrik tergantung pada arah aliran arus listrik. Walaupun namanya adalah "pendingin" (cooler) sesuai dengan aplikasi utamanya, TEC dapat juga digunakan sebagai pemanas dengan cara membalik penempatan komponen elektronika ini [3].

TEC dalam penelitian ini dibangun kembali untuk berfungsi sebagai pembangkit listrik termal. Jika ada perbedaan panas yang besar antara kedua sisi, akan ada perbedaan tegangan antara kedua sisi, yang akan membuat perbedaan tegangan antara kedua sisi komponen ini. Menggunakan TEC sebagai pembangkit energi alternatif membuatnya lebih ekonomis dalam hal investasi awal dibandingkan dengan aset lain seperti panel surya. Dengan memanfaatkan potensi energi panas ikan bakar di pedesaan dan mempertimbangkan lebih lanjut hasil studi lapangan, bukan tidak mungkin pembangkit listrik tenaga panas pemanggang ikan akan dapat menjadi energi alternatif energi terbarukan yang baru [4].

Thermoelektrik Cooler (TEC) dikatakan sebagai pompa kalor karena menggunakan beberapa termokopel yang disusun seri sehingga memungkinkan sejumlah besar perpindahan panas. Melalui mekanisme pompa kalor tersebut TEC akan menghasilkan temperature suhu dingin disatu sisi dan temperature suhu panas disisi lainnya. Bagian terluar dari peltier dilapisi oleh material sejenis keramik tipis yang berisikan batang-batang semikonduktor Bismuth Telluride yang didalamnya diberi zat tambahan yang bertujuan memberi kelebihan electron bebas (tipe-n semikonduktor) atau memberi kekurangan elektron bebas (tipe-p semikonduktor) [5].

Prinsip kerja dari termoelektrik cooler adalah fenomena pompa panas terjadi ketika logam yang berbeda bergabung bersama dan arus listrik dilewatkan melalui sambungan atau jika termoelektrik cooler dihubungkan dengan sumber panas dan dingin maka akan menghasilkan energi listrik. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai pendingin/pompa kalor. Tegangan yang dihasilkan oleh termoelektrik cooler dapat langsung digunakan untuk menyalakan lampu atau dapat di transfer ke baterai.

Efek feltier yaitu jika dua logam yang berbeda disambungkan kemudian dialirkan arus listrik pada sambungan tersebut, maka akan terjadi fenomena pompa kalor. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai pendingin/pompa kalor. Modul termoelektrik yang dijual biasanya berbentuk plat tipis. Salah satu termoelektrik generator yang dapat dengan mudah didapatkan berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 5 mm dan terdapat dua buah kabel (biasanya merah dan hitam). Jika diantara kedua permukaan termoelektrik terdapat perbedaan temperatur maka dihasilkan tegangan arus listrik dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoelektrik dengan menggunakan amperemeter. Jika perbedaan temperatur cukup besar, maka termoelektrik dapat menggantikan sebuah kipas kecil. Listrik yang dihasilkan pada termoelektrik generator adalah listrik searah (DC) [6].

Konsep dasar dari sel peltier yaitu efek Seebeck dan efek Peltier, dimana sel peltier ini adalah bahan

semikonduktor yang bertipe-p dan tipe-n. Semikonduktor merupakan bahan setengah penghantar listrik yang disebabkan perbedaan gaya ikat diantara atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekul. Semua ikatan zat padat atau bahan padat yang lainnya disebabkan adanya gaya listrik dan tergantung pada jumlah elektron terluar pada struktur atom. Bahan padat yang dimaksud adalah bahan padat seperti, isolator, semikonduktor ataupun superkonduktor. Untuk penyusun dari bahan padat terbagi menjadi dua bagian yaitu bahan padat Kristal dan bahan padat amorf. Bahan padat kristal merupakan suatu bahan padat dengan struktur partikelnya disusun secara keteraturan yang panjang dan berulang secara periodik, pada bahan jenis silikon, germanium, galium, arsenida, dan lain-lain. Sedangkan bahan padat amorf struktur partikelnya disusun dengan keteraturan yang pendek dan tidak berulang secara periodik, seperti silikon amorf [7].

Penemuan Efek Seebeck pertama terkait termoelektrik terjadi pada tahun 1821, ketika seorang fisikawan Jerman bernama Thomas Johann Seebeck melakukan eksperimen dengan dua bahan logam yang berbeda, tembaga dan besi. Dengan menggabungkan dua logam bersama untuk membentuk sambungan, satu sisi logam dipanaskan dan sisi lainnya dijaga pada suhu konstan, menyebabkan arus mengalir di rangkaian tersebut [8].

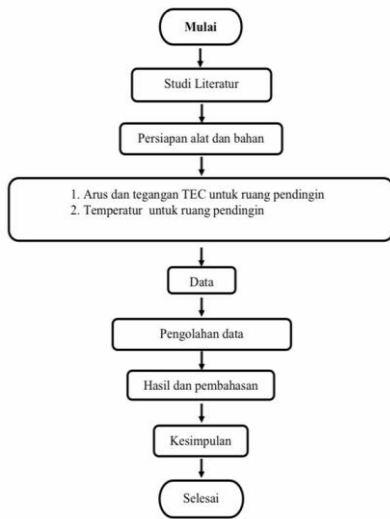
Bahan semikonduktor adalah blok bangunan komponen elektronik seperti transistor, sirkuit terpadu, dan dioda. Semikonduktor adalah bahan konduktif listrik yang berada di antara isolator dan konduktor. Penelitian awal tentang material termoelektrik pada tahun 1950 dan 1960 menunjukkan bahwa paduan Bismuth Telluride ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ), Lead Telluride ( $\text{PbTe}$ ) dan Silicon-Germanium ( $\text{SiGe}$ ) sebagai material dengan bilangan Merit terbaik untuk tiga interval temperatur. Bismuth Telluride ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) dan paduannya telah digunakan secara luas dalam aplikasi pendinginan termoelektrik dan mempunyai range temperature 180K-450K. Material Lead Telluride ( $\text{PbTe}$ ) dan Silikon Germanium ( $\text{SiGe}$ ) telah digunakan secara luas dalam aplikasi pembangkit daya bertemperatur lebih besar, khususnya pembangkit daya kendaraan angkasa, dan range temperaturnya masing-masing 500K-900K dan 800K-1300K. Penemuan material-material tersebut sebagai material termoelektrik merupakan sesuatu yang baik untuk mendorong perkembangan industri termoelektrik dan banyak dari peserta perintis masih aktif dalam bidang tersebut [9].

Perbedaan suhu antara sisi suhu tinggi dan sisi suhu rendah meningkat. Modul heatsink digunakan untuk membuang/menghilangkan panas ke sisi Peltier untuk memastikan pembangkitan panas yang maksimal dan merata. Permukaan heatsink harus rata dan halus. Jika tidak, suhu yang dihasilkan tidak akan optimal sehingga mempengaruhi daya yang dihasilkan nantinya. Heatsink biasanya dilapisi dengan pasta termal untuk meningkatkan hasil. Hal ini untuk memastikan suhu yang ditransmisikan lebih optimal dan efisien. Tergantung pada ukuran dan kualitas heatsink, heatsink yang biasanya dijual di toko elektronik tersedia dengan harga berbeda di toko elektronik [10].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisa dengan alat dan bahan serta prosedur analisa dinyatakan sebagai berikut.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data penelitian yang digunakan merupakan nilai rata-rata yang diambil dari pukul 09:00-15:00 WIB, pada tanggal 9 Juni 2022.

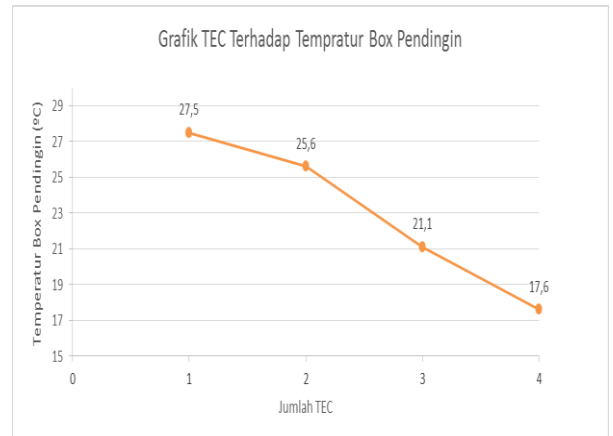
#### 3.1. Pengaruh Variasi Pendingin Terhadap Daya Output

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah TEC memiliki pengaruh terhadap temperatur yang dihasilkan untuk mendinginkan ruang pendingin. Hasil pengujian, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Jumlah TEC Terhadap Temperatur box Pendingin

Jumlah TEC	Temperatur BOX Pendingin (°C)
1	27,5
2	25,6
3	21,1
4	17,6

Gambar 2. Grafik TEC terhadap temperatur box pendingin



Dalam gambar grafik diatas, menunjukkan bahwa temperatur ruang pendingin oleh 1 TEC lebih besar dibandingkan dengan temperatur ruang pendingin yang dihasilkan oleh 2 TEC. Kemudian temperatur ruang pendingin yang dihasilkan oleh 2 TEC lebih besar dari pada temperatur ruang pendingin yang dihasilkan oleh 3 TEC. Kemudian temperatur ruang pendingin yang dihasilkan oleh 3 TEC lebih besar dari temperatur ruang pendingin yang dihasilkan oleh 4 TEC.

Hal tersebut terjadi karena semakin banyak jumlah TEC yang digunakan maka semakin kecil temperatur ruang pendingin. Hal tersebut terjadi karena semakin besar perbedaan suhu pada sisi dingin dan sisi panas TEC maka suhu yang dihasilkan akan semakin dingin.

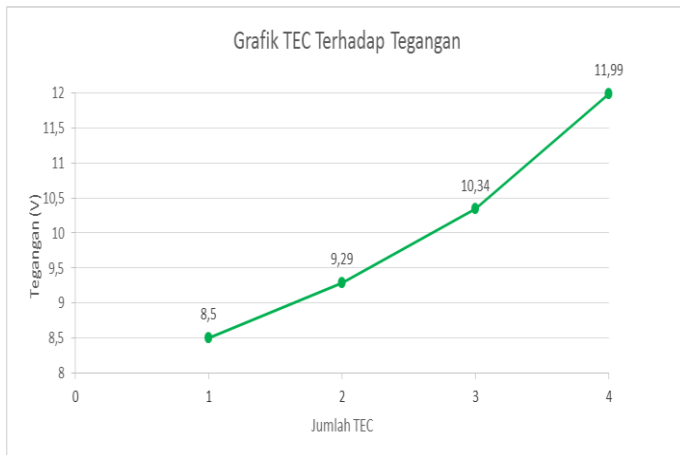
#### 3.2. Pengaruh Variasi Jumlah TEC Terhadap Tegangan pada Box Pendingin

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah TEC memiliki pengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan untuk mendinginkan ruang pendingin, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Jumlah TEC Terhadap Temperatur box Pendingin.

Jumlah TEC	Tegangan (V)
1	8,50
2	9,29
3	10,34
4	11,99

Gambar 3. Grafik TEC terhadap tegangan



Dari grafik diatas menunjukkan bahwa arus pada penggunaan 1 TEC lebih kecil dibandingkan dengan tegangan pada penggunaan 2 TEC. Kemudian tegangan pada penggunaan 2 TEC lebih kecil dari tegangan pada penggunaan 3 TEC. Kemudian tegangan pada penggunaan 3 TEC lebih kecil dari tegangan pada penggunaan 4 TEC

Pada gambar tersebut juga menunjukkan dengan semakin banyak jumlah TEC yang digunakan maka semakin besar arus yang dihasilkan oleh TEC pada ruang pendingin. Hal tersebut terjadi karena setiap TEC dapat menerima tegangan sebesar 1-2 A. sehingga semakin banyak jumlah TEC yang digunakan untuk ruang pendingin maka tegangan yang diterima semakin besar.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian variasi jumlah TEC terhadap box pendingin paling baik yaitu menggunakan 4 TEC karena tempratu, arus, dan tegangan yang dihasilkan lebih besar pada jumlah 4 termoelektrik cooler mengasilkan tempratur sebesar 17,6 °C arus sebesar 5,98 A dan tegangan 11,99 V. Dibandingkan jenis variasi jumlah TEC yang lain, TEC yang memiliki jumlah terbanyak, ini menandakan bahwa jumlah TEC mempengaruhi kinerja TEC terhadap box pendingin terutama tempratur dan tegangan yang dihasilkan. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar penggunaan variasi jumlah TEC yang berbeda dan sumber arus lain untuk mengoprasikan TEC.

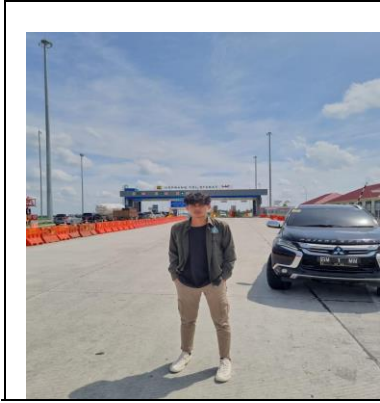
#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada semua orang yang telah berkontribusi pada penelitian ini, dosen pembimbing atas kolaborasi dan masukan yang membangun, senior yang membantu memberi saran demi kelancaran penelitian dan teman-teman seperjuangan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Jatmiko Andreas Wahyu (2014). Kotak Pendingin Berbasis Thermoelectric. (Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
- [2] Wisnu Indrawan Dan Suryono (2019). Sistem Pendingin Menggunakan Thermoelectric Cooler Dengan Kontroler Proportional Integralderivative

- [3] Dedy, Hernady (2018). Perencanaan Dan Pembuatan Pembangkit Listrik Panas Sinar Matahari menggunakan thermoelectric Cooler (TEC) dengan Media Penyimpan Panas Batu Granit. (Institut Teknologi Nasional Bandung)
- [4] Gutierrez, F dan Mendez, F. (2008). "Generation Minimization of a Thermoelektrik Cooler". The Open Thermoelektrik Journal Vol.2
- [5] Wahyudi (2019). Pemanfaatan air panas sebagai sumber energy listrik menggunakan termoelektrik. (Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan)
- [6] Alden, Tulak (2013). TEG dengan 7 termoelektrik rangkaian seri untuk charger handphonen
- [7] Kristoforus, Agastya. Munis (2013). Karasteristik generator termoelektrik (Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta)
- [8] Poetro, J.E., & Handoko, C.R. (2013). Analisis Kinerja Sitem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan Heat sink Jenis Extruded Dibandingkan dengan Heatsink Jenis Slot. Jurnal Teknik Mesin ITS. Vol. 21 (2): 178- 188.
- [9] Djafar, Zuryati (2008). Pengantar Termoelektrik. Karya Tulis Ilmiah Program Doktor Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia.
- [10] Ferry Pepayosa Sembiring (2018). Rancang bangun kotak pendingin peltier penyimpanan buah dan sayur dengan sumber energi tenaga surya. (Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan)



**Yusri Alfalah** mahasiswa program studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau. Melakukan penelitian tentang pengaruh variasi jumlah TEC terhadap box pendingin.