

Pengaruh posisi peltier terhadap kinerja kotak pendingin

Y. Wirdan*, Mirmanto, Syahrul

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos : 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087.

*Email: yusitkmesin@yahoo.co.id.

ARTICLE INFO

Article History:
Received
Accepted
Available online

Keywords:
Cooler box.
Thermoelectric.
Peltier position.
COP.

ABSTRACT

Cooler box still have weaknesses such as not compact form, high power consume and expensive. Therefore it is necessary to create a cooler box that is cheap, low power consume and environmental friendly.

The objective of this research is to know the effect of peltier positions on the cooler box COP. The cooler box used has an overall dimension of 28.5 cm x 24.5 cm x 20 cm with one thermoelectric module TEC1-12706. The electric power applied was about 38.08 W. the variable studied was Peltier positions namely on the top, on the bottom and on the wall.

The results indicate that the Peltier positioned on the top without water results in the room temperature of 20.09°C and COP of 0.02. The Peltier positioned on the bottom without water produced the room temperature of 23.59°C and COP of 0.02. The Peltier that is installed on the wall without water yields the room temperature of 20.1°C and COP of 0.03. The Peltier positioned on the top with water of 360 ml result in the room temperature of 21.99°C and COP of 0.03. Meanwhile, the Peltier placed on the bottom with water of 360 ml produces the room temperature of 24.62°C and COP of 0.02. The Peltier installed on the cooler box wall with water of 360 ml yields the room temperature of 21.32°C and COP of 0.04. Therefore, in this study, the best Peltier position is on the cooler box wall.

PENDAHULUAN

Kebutuhan penggunaan teknologi pada zaman sekarang ini memang sangat diperlukan untuk menunjang peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup manusia. Indonesia merupakan Negara yang beriklim tropis sehingga pemanfaatan teknologi alat pendingin sangat cocok dikembangkan dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Kulkas yaitu sebuah alat pendingin yang dapat menjaga kesegaran makanan yang berada di dalamnya. Proses kerjanya kulkas menghasilkan kondisi suhu udara yang dingin, dan menjadikan mikroba yang berada di dalam kulkas sulit untuk berkembang biak sehingga makanan lebih bertahan lama dan tidak mengubah rasanya. (Pramana, 2015).

Pemakaian teknologi pendingin sekarang masih terdapat berbagai kelemahan. Alat

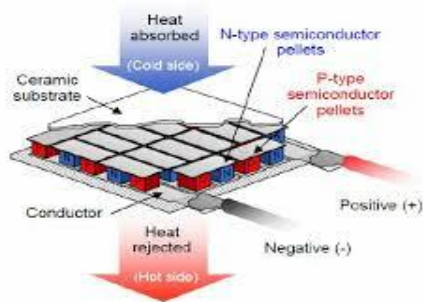
pendingin kulkas memiliki kelemahan yaitu ancaman lingkungan karena menggunakan freon yang mengandung bahan kimia CFC. Disamping itu kulkas juga banyak memakan daya listrik yang besar dan harganya mahal. Maka diganti dengan teknologi pendingin yang ramah lingkungan dan butuh daya kecil yaitu teknologi termoelektrik. Teknologi termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung maupun sebaliknya.

Hasil penelitian Riyanto dan Yoewono (2010) Kajian Efek Peltier Untuk Alat Kecil-Ringan Pendingin Minuman. menggunakan tujuh jenis desain kotak minuman pendingin mini yang bervariasi dengan penempatan letak TEC di bawah kotak pendingin minuman dan penempatan TEC di atas kotak pendingin minuman. Daya masuk yang dibutuhkan adalah 23 W pada

tegangan 7,5 V. Peletakan TEC di bawah kotak pendingin minuman terjadi stratifikasi temperatur pada minuman karena tidak adanya sirkulasi fluida minuman. Peletakan TEC di atas kotak pendingin temperatur terdistribusi dengan baik sebab terjadi sirkulasi udara di dalam kotak pendingin.

Pada penelitian Dian (2016) yang berjudul “Pendingin Minuman Bercahu Daya Termoelektrik” menggunakan dua buah termoelektrik sebagai pendingin dengan volume lemari 27 liter dan daya rata-rata masuk sebesar 96 watt. Dibutuhkan waktu selama 34 menit oleh lemari pendingin untuk mencapai temperatur cold sink 8°C pada beban pendinginan 1000 mili liter, sementara suhu dingin yang di capai beban pendinginan adalah 16°C dan COP yang didapatkan sebesar 0,56.

Termoelektrik (Peltier) adalah suatu alat yang dapat mengkonversi energi listrik menjadi energi kalor atau sebaliknya.



Gambar 1. Modul termoelektrik

Ketika termoelektrik (Peltier) dialiri arus listrik Dc, elektron-elektron mengalir, dimana elektron dari material yang kekurangan elektron (P- type semikonduktor) berpindah ke material

yang kelebihan elektron (N- type semikonduktor). Dalam keadaan ini, konektor akan menyerap energi sehingga sisi ini akan bertemperatur dingin. Di sisi lain, ketika elektron berpindah dari (N- type semikonduktor) ke tipe (P- type semikonduktor) konektor akan melepaskan energi sehingga pada sisi ini akan bertemperatur panas.

Skema alat penelitian ditampilkan pada gambar 2 di bawah ini. Digunakan heatsink sebagai prantara untuk menyerap kalor dari sisi panas peltier dan fan untuk membantu melepas kalor dari hatsink ke lingkungan.

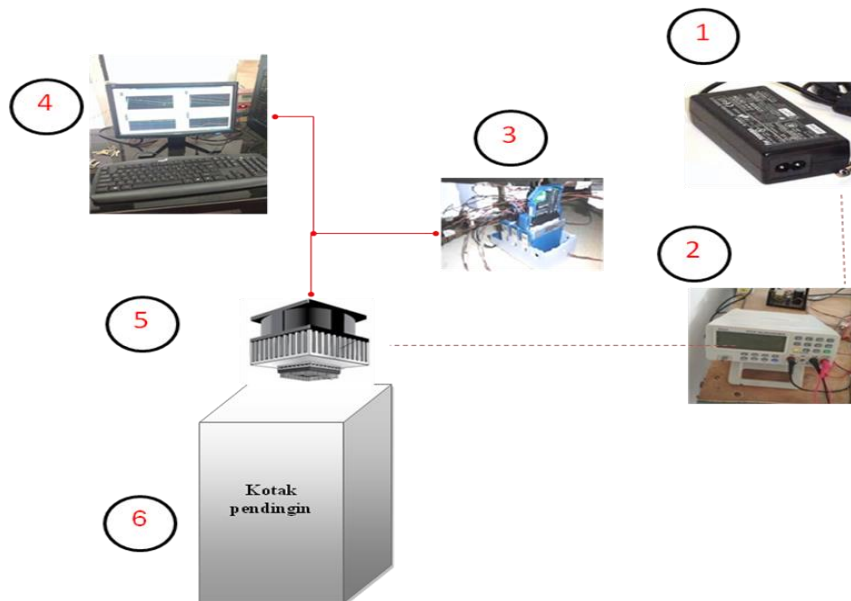
Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari tentang laju perpindahan panas di antara material atau benda karena ada perbedaan suhu.

(Holman 1995) perpindahan kalor terjadi karena adanya perbedaan temperatur antara dua benda sehingga energi mengalir dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah. Perpindahan panas tersebut juga memindahkan energi yang dapat di hitung dengan persamaan:

$$E(i) = m(i) C_{p(i)} [T(i) - T(i-1)] \quad (1)$$

Dimana, E(i) adalah energi kalor yang dilepas dari udara, air atau plastik di dalam ruang kotak pendingin (J), m(i) adalah massa udara, air atau plastik di dalam kotak pendingin (kg), C_{p(i)} adalah kalor jenis pada tekanan tetap (J/kg⁰C), dan [T(i) - T(i-1)] adalah perubahan temperatur udara atau air (°C).

Perpindahan kalor konduksi adalah perpindahan kalor melalui benda padat tanpa diikuti dengan perpindahan partikel-partikel zat



1. Adaptor, 2. Multimeter, 3. Data logger DAQ, 4. Komputer, 5. Termoelektrik, fan dan heatsink , 6. Kotak pendingin

Gambar 2. Skema alat penelitian

perantaranya. Persamaan yang di gunakan dalam perpindahan panas konduksi dengan persamaan Fourier.

$$E_{K(i)} = -k A \frac{(T_{Out(i)} - T_{In(i)})(t_i - t_{i-1})}{X} \quad (2)$$

dimana Ek adalah energi konduksi (J), k adalah konduktivitas termal (W/m°C), A adalah luas permukaan (m²), X adalah tebal penampang permukaan (m), T_{out} adalah temperatur luar kotak pendingin (°C), T_{in} adalah temperatur dalam kotak pendingin (°C). dan nilai (-) dalam persamaan 2 menunjukkan bahwa kalor selalu berpindah ke arah suhu yang lebih rendah.

Coefficient of Performance (COP) merupakan perbandingan besarnya kalor yang di serap pada sisi dingin (Qc) terhadap besarnya daya listrik yang masuk (Pin). (Riffat 2003):

$$COP = \frac{Q_c}{P_{in}} \quad (3)$$

Jumlah panas yang yang harus di pindahkasn dari dalam kotak pendingin adalah beban pendinginan (Qc).

$$Q_c = Q_u + Q_a + Q_p + Q_k \quad (4)$$

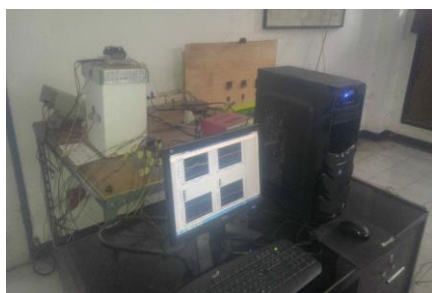
Dimana Qa adalah laju kalor dari udara (W), Qa laju kalor dari air (W), Qp adalah laju kalor dari plastik (W), dan Qk adalah laju kalor dari konduksi (W).

$$P_{in} = V I \quad (5)$$

Dimana V adalah tegangan (volt) dan I adalah arus (A).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan alat-alat seperti termoelektrik, termokopel, data logger DAQ MX 9714 NI, kotak pendingin, heatsink, multimeter, adaptor, komputer. Skema alat penelitian dapat dilihat pada gambar 2, sedangkan foto gambar penelitian di tunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengambilan data temperatur pada kota pendingin

Arus listrik masuk melalui adaptor kemudian arus dan tegangan di sesuaikan oleh multimeter untuk menjalankan perangkat termoelektrik, temperatur yang ada di dalam kotak pendingin di ukur menggunakan termokopel yang terhubung ke data log, sinyal dari data log di terima komputer kemudian diolah menjadi data temperatur yang dapat disimpan dalam bentuk file.

Pengujian

Sebelum memulai pengujian terlebih dahulu mempersiapkan alat penelitian dan alat ukur kemudian mengecek kondisi alat penelitian dan alat ukur tersebut, mengkalibrasi alat ukur yang perlu dikalibrasi, setelah itu melakukan pemasangan alat ukur pada kotak pendingin dan termokopel.

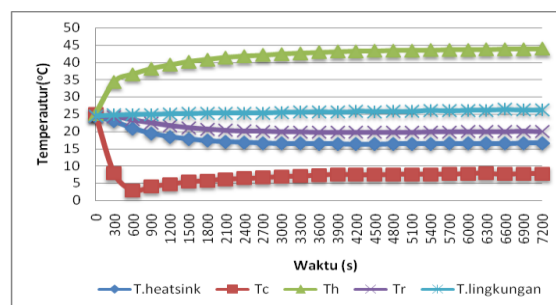
Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Menghidupkan program Labview.
2. Memasukkan beban pendingin 360 mili liter dan kemudian pintu ditutup.
3. Menekan tombol catat pada Labview.
4. Menyambungkan power supply ke peltier.
5. Setelah lima jam percobaan di setop.
6. Mengeluarkan air dan menunggu ruangan supaya kembali ke suhu mula-mula. Kemudian melakukan prosedur yang sama untuk posisi termoelektrik yang berbeda.

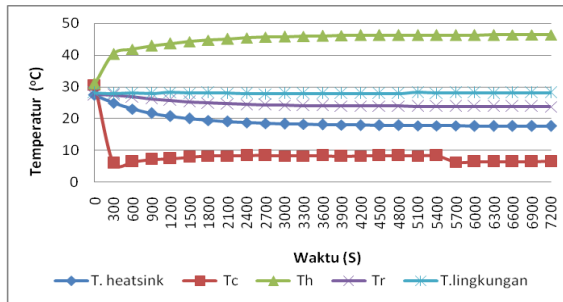
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian memvariasikan posisi peltier pada kotak pendingin yaitu posisi peltier di atas kotak pendingin, posisi peltier di bawah kotak pendingin, dan posisi peltier di dinding kotak pendingin tanpa beban maupun dengan beban.

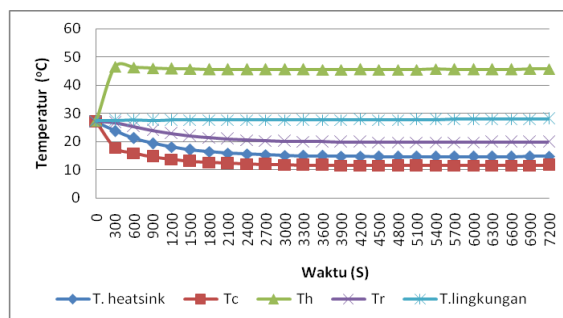
Beban yang di gunakan adalah air 360 mili liter pada temperatur lingkungan kisaran 25-29 °C. Temperatur ruangan (Tr) menurun karena panas yang ada di dalam kota pendingin di serap oleh heatsink dalam yang di teruskan ke sisi dingin termoelektrik. Karena ruangan tertutup, sehingga semakin lama temperatur dalam ruangan semakin menurun.



Gambar 4. Hubungan temperatur terhadap waktu pada posisi peltier di atas tanpa beban.



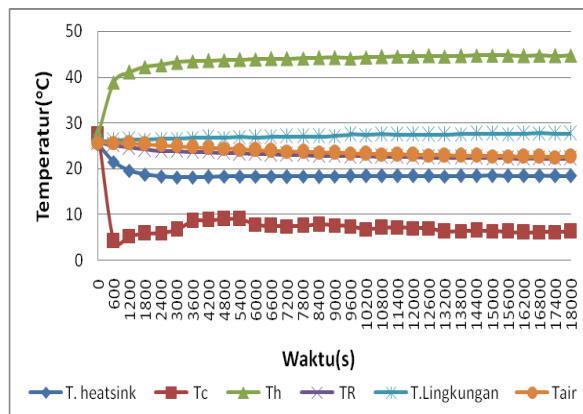
Gambar 5. Hubungan temperatur terhadap waktu pada posisi peltier di bawah tanpa beban.



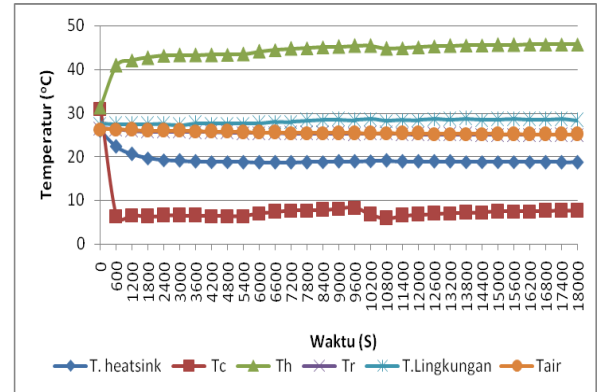
Gambar 6. Hubungan temperatur terhadap waktu pada posisi peltier di dinding tanpa beban.

Pada penelitian ini beban pendinginan pada kotak pendingin termoelektrik berasal dari beban panas konduksi melalui dinding kotak pendingin, beban panas udara di dalam ruangan kotak pendingin, beban air yang didinginkan dan beban panas plastik dari botol air..

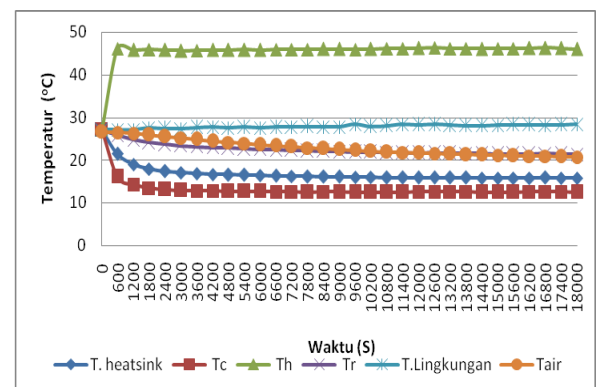
Pada gambar 7, 8, dan 9 terlihat temperatur ruangan kotak pendingin lebih cepat turun di bandingkan dengan temperatur air, karena air berada di dalam botol plastik sehingga pengambilan panas dari air terhambat oleh botol plastik yang bersifat hampir sama dengan isolator.



Gambar 7 Hubungan temperatur terhadap waktu pada posisi peltier di dinding dengan beban.



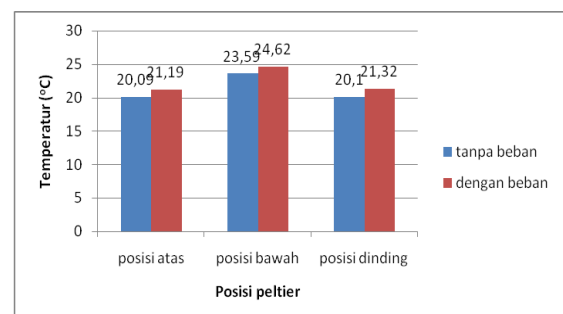
Gambar 8. Hubungan temperatur terhadap waktu pada posisi peltier di dinding dengan beban.



Gambar 9. Hubungan temperatur terhadap waktu pada posisi peltier di dinding dengan beban.

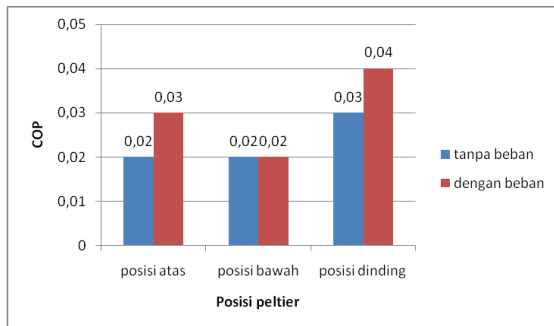
Temperatur ruangan kotak pendingin semakin meningkat dengan adanya penambahan beban pendingin yang di berikan, sehingga jumlah kalor yang di buang ke lingkungan semakin banyak.

Temperatur ruang kotak pendingin pada posisi peltier di atas dan di dinding lebih rendah dari pada posisi peltier di bawah. Hal ini karena peletakan peltier di bawah menyebabkan penyerpan kalor yang kurang maksimal. Karena perbedaan massa jenis, pada posisi peltier di atas dan di dinding temperatur yang dingin turun ke bawah karena udara yang dingin memiliki kerapatan lebih berat sedangkan udara yang panas naik ke atas sebab memiliki kerapatan yang ringan.



Gambar 10. Pengaruh variasi posisi peltier terhadap nilai rata-rata ruang kotak pendingin.

Bedasarkan gambar di bawah COP tertinggi di peroleh pada posisi peltier di dinding. hal ini disebabkan sirkulasi udara lebih mudah dari pada posisi peltier di atas maupun posisi peltier di bawah. Sehingga pada penelitian ini posisi peltier di dinding adalah yang terbaik.



Gambar 11. Pengaruh variasi posisi peltier terhadap nilai rata-rata COP.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kemudian melakukan analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Temperatur ruang kotak pendingin yang di hasilkan pada pengujian tanpa beban dengan posisi peltier di atas sebesar 20,09°C, untuk posisi peltier di bawah sebesar 23,59 °C, dan untuk posisi peltier di dinding sebesar 21,1 °C selama 7200 detik. Sedangkan pengujian dengan penambahan beban air sebesar 360 mili liter temperatur ruang kotak pendingin untuk posisi peltier di atas sebesar 21, 99 °C, untuk posisi peltier di bawah sebesar 24,62 °C, dan untuk posisi peltier di dinding sebesar 21,32 °C selama 18000 detik.
2. Pada kotak pendingin termoelektrik daya yang di berikan tanpa beban sebesar 38,08 W, (untuk posisi peltier di atas, di bawah, dan di dinding) menghasilkan nilai COP secara berturut-turut sebesar 0,02 , 0,02 dan 0,03, sedangkan untuk pengujian dengan beban air 360 mili liter pada posisi peltier di atas menghasilkan COP sebesar 0,03, untuk posisi peltier di bawah COP sebesar 0,02, dan lposisi peltier di dinding COP sebesar 0,04.
3. Dari ketiga variasi posisi peltier, posisi peltier di dinding menghasilkan COP tertinggi, jadi posisi peltier di dinding adalah yang terbaik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin atas fasilitas yang di gunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan (m^2)
COP	= Coeffesient of Perpormancet
C_p	= Kalor jenis pada tekanan tetap ($J/kg \text{ } ^\circ C$)
E	= Energi (J)
E_k	= Energi konduksi (J)
I	= Arus (A)
k	= Konduktivitas termal (W/m^2K)
m	= Massa (kg)
P_{in}	= Daya masuk (W)
Q_a	= Laju kalor dari air (W)
Q_u	= Laju kalor dari udara (W)
Q_p	= Laju kalor dari plastik (W)
Q_k	= Laju kalor panas dari konduksi (W)
T_{in}	= Temperatur luar kotak pendingin ($^\circ C$)
T_{out}	= Temperatur dalam kotak pendingin ($^\circ C$)
V	= Tegangan (V)
ΔT	= Perbedaan Temperatur (K)

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, H., Padang, Y, A., Mirmanto, 2017, *unjuk kerja kulkas termoelektrik dengan rangkaian seri dan paralel*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Mataram
- Çengel, Y.A., and Boles, M.A., 2006, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed, McGraw-Hill
- Dian, W., 2016, Pendingin minuman bercatu daya termoelektrik, Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Padang. Padang Kampus Limau Manis-Padang.
- Holman J.P., terjemahan E. Jasjfi, 1995, *Perpindahan kalor*, Edisi ke VI, Erlangga, Jakarta.
- Riyanto, H., Yoewono, S., 2010, *Kajian penerpan efek peltier untuk alat kecil ringan pendingin minuman*, Fakultas Teknik Mesin Dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung
- Riffat, S.B., Ma X., 2003, *Review: Thermoelectrics: a review of present and potential applications*, Applied Thermal Engineering 23 913-935, Pergamon- Elsevier Science Ltd.