

ALAT PENDINGIN DAN PEMANAS *PORTABLE* MENGGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK TEGANGAN *INPUT* 6 VOLT DENGAN TAMBAHAN *HEAT PIPE* SEBAGAI MEDIA PEMINDAH PANAS

Hendra Abdul Aziz¹, Rahmat Iman Mainil², dan Azridjal Aziz³

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Kampus Bina Widya Km 12.5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

¹hendraabdulaziz18@yahoo.com, ²rahmat.iman@gmail.com, ³azridjal@yahoo.com,

ABSTRACT

Portable coolers and heaters use thermoelectric modules with an additional heat pipe as a heat transfer median. This research is to know the cooling temperature that can be achieved by the utilization of thermoelectric heat exhaust as heater with 6 volt input voltage. The effect of heat pipe usage on cooling and heating temperatures is also observed. In this study the use of heat pipe provides a better cooling effect where the temperature is lower than the test without heat pipes for 50 minutes. Achievement of cooling and heating chamber under non-heat-free heat pipe 23.41 °C and 32.36 °C, whereas by using heat pipe the achievement of cooling and heating chamber reaches 22.83 °C and 30.52 °C. Tests by using an additional heat pipe as a heat transfer achievement of cooling chamber and heating chamber become lower compared with testing without heat pipe.

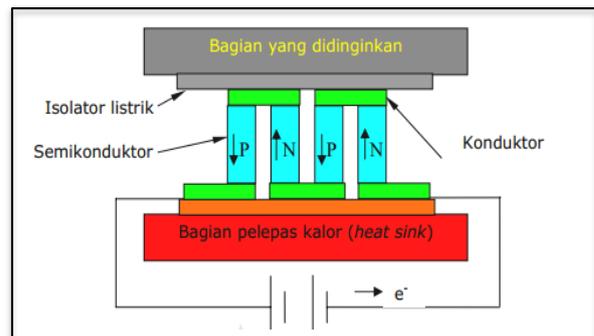
Keywords : Thermoelectric, Portable, Heat pipe, Input voltage, 6 volts.

1. Pendahuluan

Pendinginan sudah lama dikenal sebagai salah satu metode untuk mempertahankan mutu bahan pangan. Umur simpan dari bahan pangan untuk dikonsumsi dapat diperpanjang dengan penurunan temperatur, karena dapat menurunkan aktivitas enzimatik dan reaksi kimiawi oleh mikroba. Salah satu jenis mesin pendingin yang umum digunakan pada zaman sekarang adalah mesin pendingin kompresi uap. Namun penggunaan refrigeran terutama yang mengandung *Klor* (Cl) seperti *Freon* atau CFC, ternyata tidak ramah lingkungan. Zat-zat tadi selain dapat merusak lapisan ozon di atmosfer bumi, juga berdampak terhadap pemanasan global. Selain itu, di masa mendatang diperkirakan kebutuhan energi akan semakin meningkat, sehingga diperlukan suatu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk menjalankan suatu sistem pendinginan [1].

Pendingin termoelektrik merupakan salah satu yang bisa menjadi alternatif teknologi. Dalam termoelektrik terdapat suatu elemen yang dinamakan elemen *peltier* seperti dilihat pada Gambar 1. Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek *peltier* adalah ketika elemen *peltier* dialiri arus listrik DC pada pasangan sel semikonduktor tipe P (yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan semi konduktor tipe N yang mempunyai tingkat energi yang lebih tinggi) maka akan mengakibatkan salah satu sisi elemen *peltier* menjadi dingin (proses penyerapan

kalor) dan sisi satunya lagi menjadi panas [2]. Jika sumber arus dibalik, maka permukaan yang panas menjadi dingin dan sebaliknya [3].



Gambar 1. Skema Aliran Elektron pada Element Peltier Tellurex [4]

Hendy 2011 [5] melakukan pengujian mengenai penerapan termoelektrik sebagai pemanas atau pendingin dengan pemasangan pipa kalor. Hasil pengujian yang didapatkan yaitu kinerja pipa kalor bersirip menurun karena temperatur ruangan meningkat saat pemasangan pada alat uji.

Akmal 2014 [6] melakukan pengujian *thermoelectric cooling box portable* menggunakan elemen *peltier* dengan susunan *cascade*. Menyatakan bahwa adanya beberapa parameter yang mempengaruhi pendinginan yaitu jumlah

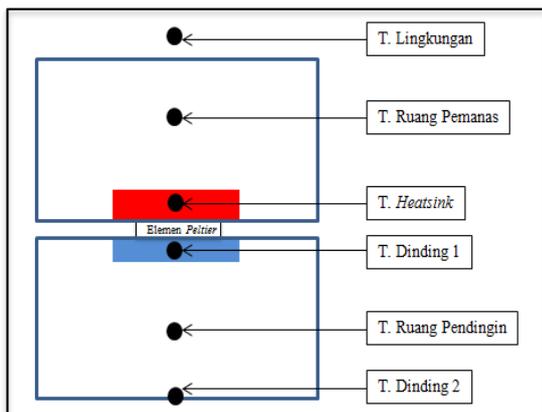
cascade yang aktif dan besarnya input daya yang digunakan.

Gultom 2016 [7] memanfaatkan modul termoelektrik sebagai pendingin minuman *portable* dengan kapasitas 4,7 liter. Hasil yang didapatkan Semakin banyak jumlah elemen *peltier* yang aktif, maka semakin cepat laju pendinginan pada *box* pendingin dan COP nya semakin menurun.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tegangan input 6 volt terhadap temperatur ruang pendingin dan pemanas yang dapat dicapai selama 50 menit dengan *heat pipe* dan *heat pipe*. Mengetahui pengaruh variasi beban pendingin terhadap temperatur ruang pendingin dan pemanas yang mampu dicapai selama 50 menit dengan *heat pipe* dan tanpa *heat pipe*. Mengetahui temperatur minuman yang dapat dicapai dengan adanya pemanfaatan panas buang termoelektrik sebagai pemanas.

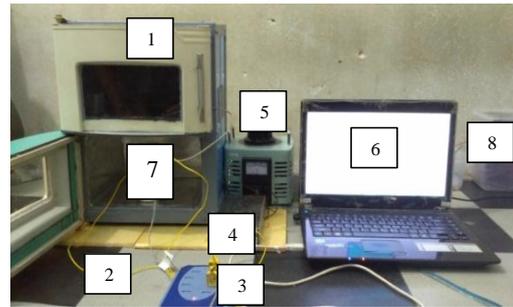
2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui temperatur pendinginan yang dapat dicapai dengan adanya pemanfaatan panas buang termoelektrik sebagai pemanas dengan atau tanpa menggunakan *heat pipe*. Didinginkan menggunakan *fan cooler*, dan *heatsink* bersirip dengan tegangan *input* 6 volt. Skematik pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode pengambilan data

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian pendingin dan pemanas *portable* di tunjukan pada Gambar 3. Komponen yang digunakan adalah: 1. Box pendingin *portable* 2. *Thermocouple* 3. Data akuisisi (TC-08) 4. *Power supply* 5. *Voltage regulator* 6. Unit komputer PC 7. Minuman kaleng 8. Multimeter.



Gambar 3. Skema pengujian

Pengujian pertama dilakukan pengukuran temperatur lingkungan, temperatur *heatsink*, temperatur ruang pemanas, temperatur *cooldsink*, temperatur ruangan pendingin pada tegangan *input* 6 volt tanpa beban dan tanpa *heat pipe*. Pengujian kedua dilakukan pemberian beban pada ruang pendingin tanpa menggunakan *heat pipe*. Beban pendingin berupa minuman kaleng yaitu 1 minuman kaleng 280 ml, 2 minuman kaleng 560 ml dan 3 minuman kaleng 840 ml. Kemudian dilakukan pengukuran temperatur lingkungan, temperatur *heatsink*, temperatur ruang pemanas, temperatur *cooldsink*, temperatur ruangan pendingin, dan temperatur minuman.

Pengujian pertama dan pengujian kedua dilakukan kembali hanya saja pada pengujian ini menggunakan *heat pipe* sebagai media pemindahan panas yang di hasilkan dari panas buang termoelektrik pada *heatsink*.

Persamaan yang digunakan dalam pengolahan data pengujian di tunjukan pada persamaan (1-5), Perhitungan jumlah kalor yang dilepas dan yang diserap oleh termoelektrik, dapat menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2 [8].

$$Q_h = S \cdot I \cdot T_h + \frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot R - K_t (T_h - T_c) \quad (1)$$

$$Q_c = S \cdot I \cdot T_c - \frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot R - K_t (T_h - T_c) \quad (2)$$

Untuk mencari koefisien *seebeck*, konduktivitas termal termoelektrik dapat menggunakan persamaan 3, dan persamaan 4 [8].

$$S = \frac{V_m}{T_h} \quad (3)$$

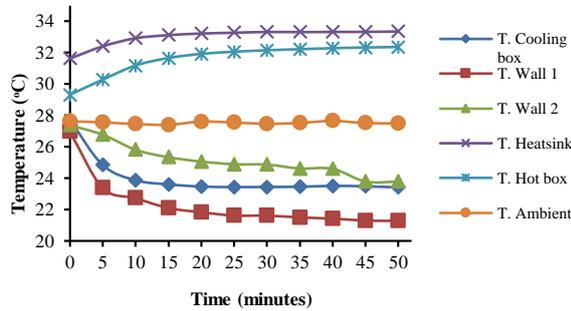
$$K_t = V \cdot I \cdot \frac{T_c}{2 \cdot T_h \cdot \Delta T} \quad (4)$$

Untuk mencari COP pada sebuah termoelektrik dapat menggunakan persamaan (5) [9].

$$COP = \frac{Q_c}{P_{in}} \quad (5)$$

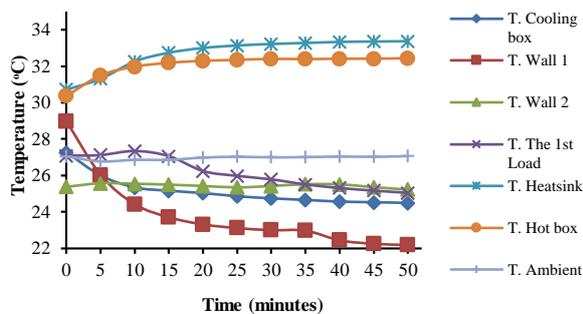
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan tanpa menggunakan *heat pipe* tanpa beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 4. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 23,41°C dan 32,36 °C.



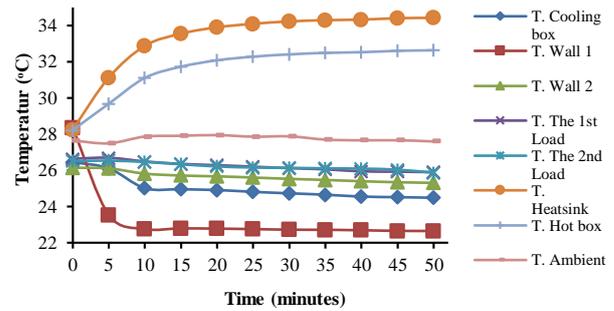
Gambar 4. Pengujian tanpa beban pendingin

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan tanpa menggunakan *heat pipe* dengan satu beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 5. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 24,47°C dan 32,43 °C.



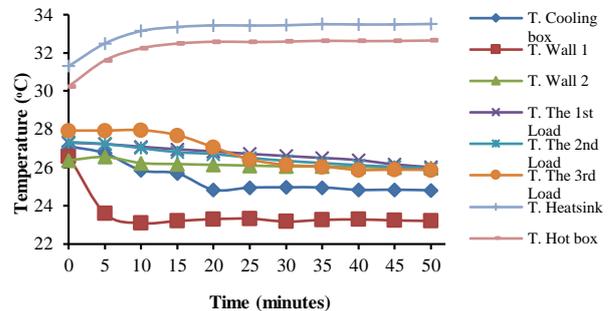
Gambar 5. Pengujian satu beban pendingin

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan tanpa menggunakan *heat pipe* dengan dua beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 6. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 24,50°C dan 32,63 °C.



Gambar 6. Pengujian dua beban pendingin

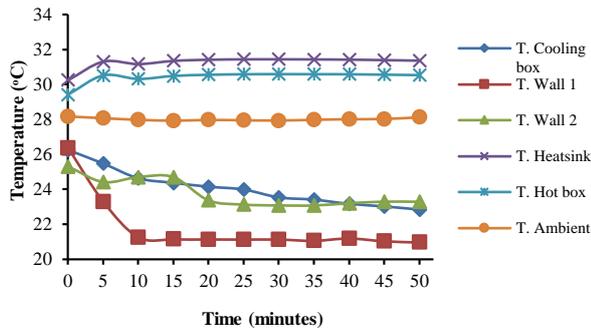
Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan tanpa menggunakan *heat pipe* dengan tiga beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 7. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 24,80°C dan 32,65°C.



Gambar 7. Pengujian tiga beban pendingin

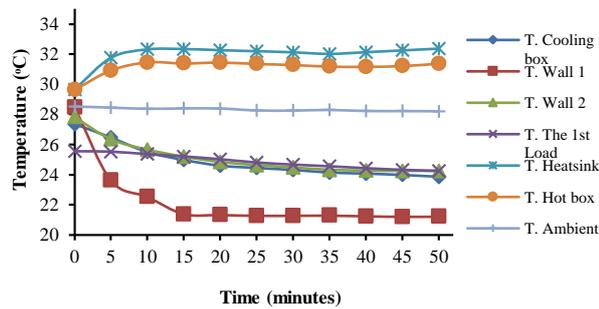
Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* tanpa menggunakan *heat pipe*, temperatur ruang pendingin pada saat pengujian tanpa beban didapatkan temperatur yang terendah dapat dilihat pada Gambar 4, dibandingkan pengujian dengan menggunakan beban dapat dilihat pada Gambar 5. Ini disebabkan dengan penambahan beban pendingin waktu pendinginan temperatur ruangan yang diperoleh lebih tinggi, karena sebagian pendingin digunakan untuk menyerap kalor dari beban pendingin. Temperatur *heat sink* dan temperatur ruang pemanas semakin besar seiring dengan penambahan pembebanan. Ini disebabkan karena kalor yang diserap pada ruang pendingin dengan adanya penambahan beban pendingin semakin besar, sehingga temperatur pada *heat sink* meningkat begitu pula pada temperatur ruang pemanas.

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan dengan menggunakan *heat pipe* tanpa beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 8. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 22,83 °C dan 30,52 °C.



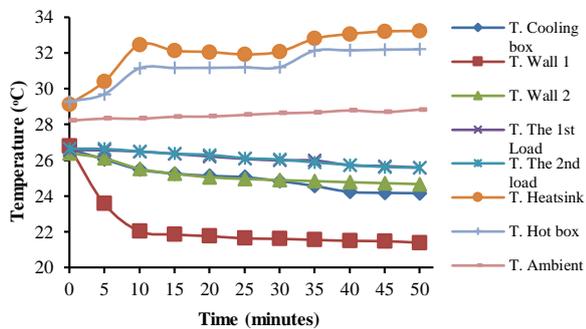
Gambar 8. Pengujian tanpa beban pendingin

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan dengan menggunakan *heat pipe* satu beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 9. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 23,86 °C dan 31,37 °C



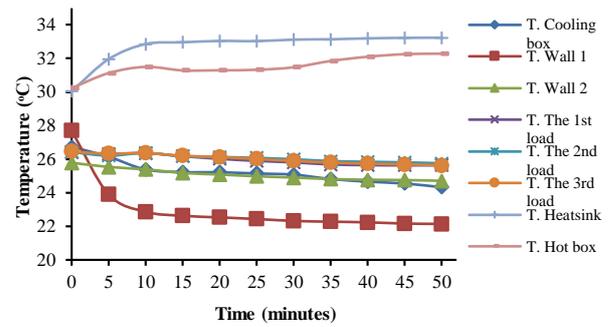
Gambar 9. Pengujian satu beban pendingin

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan dengan menggunakan *heat pipe* dua beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 10. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 24,15 °C dan 32,19 °C.



Gambar 10. Pengujian dua beban pendingin

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan dengan menggunakan *heat pipe* tiga beban pendingin ditunjukkan pada Gambar 11. Temperatur ruang pendingin dan ruang pemanas yang mampu dicapai adalah 24,34 °C dan 32,27 °C.

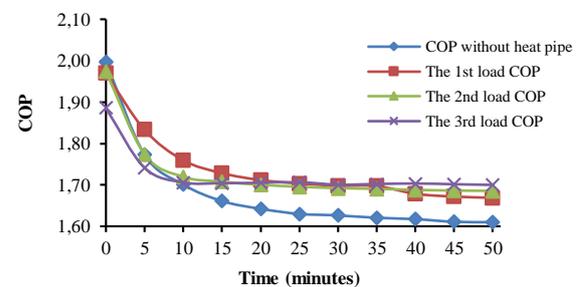


Gambar 11. Pengujian tiga beban pendingin

Hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* dengan menggunakan *heat pipe* dapat dilihat pada Gambar 8, didapatkan temperatur ruang pendingin lebih rendah jika dibandingkan dengan pengujian tanpa menggunakan *heat pipe* dapat dilihat pada Gambar 4. Hal ini berbanding lurus dengan rendahnya temperatur ruang pemanas.

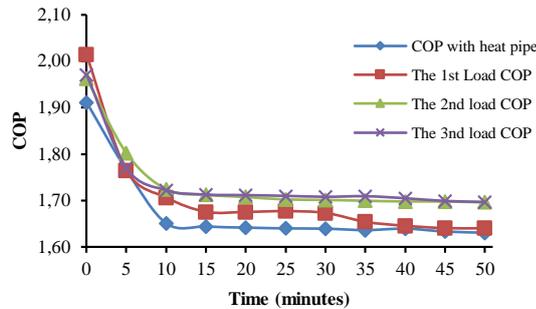
Pada pengujian dengan menggunakan tambahan *heat pipe* sebagai media pemindah panas mengakibatkan ruang pendingin menjadi lebih dingin. Hal ini dapat dicapai karena panas yang dihasilkan komponen termoelektrik pada ruang pemanas di distribusikan langsung ke udara luar melalui media *heat pipe*. Sehingga proses pendinginan dapat bekerja dengan baik dibandingkan tanpa menggunakan *heat pipe*. Dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 8 bahwa adanya penambahan *heat pipe* dapat meningkatkan proses pendinginan.

Grafik COP hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* tanpa menggunakan *heat pipe* dapat dilihat pada Gambar 12. Capaian masing-masing COP tanpa beban, satu beban, dua beban, dan tiga beban pendingin adalah 1,61, 1,66, 1,68, 1,70.



Gambar 12. COP Pengujian pendingin dan pemanas *portable* tanpa *heat pi pe*

Grafik COP hasil pengujian pendingin dan pemanas *portable* dengan menggunakan *heat pipe* dapat dilihat pada Gambar 13. Capaian masing-masing COP tanpa beban, satu beban, dua beban, dan tiga beban pendingin adalah 1,63, 1,64, 1,69, 1,68.



Gambar 13. COP Pengujian pendingin dan pemanas portable dengan heat pipe

Pada pengujian pendingin dan pemanas *portable* yang dilakukan tanpa menggunakan *heat pipe* dan dengan menggunakan tambahan *heat pipe*. Semakin besar pembebanan yang di gunakan (pada ruang pendingin) maka COP nya semakin meningkat.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan modul termoelektrik sebagai pendingin dan pemanas memberikan hasil temperatur yang lebih rendah dengan adanya penambahan *heat pipe* sebagai media pemindah panas. Masing-masing temperatur ruang pendingin dan pemanas tanpa *heat pipe* 24,47°C dan 32,43°C, sedangkan dengan menggunakan *heat pipe* 23,86 °C dan 31,37°C .
2. Capaian terendah ruang pendingin dan ruang pemanas tanpa beban pendingin menggunakan *heat pipe* 22,83 °C dan 30,52 °C serta capaian terendah ruang pendingin dan ruang pemanas dengan beban pendingin 3 minuman kaleng adalah 24,34°C dan 32,27°C.
4. Rata-rata temperatur 1 minuman, 2 minuman, dan 3 minuman kaleng dengan menggunakan *heat pipe* adalah sebesar 25,67 °C.

5. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau atas ilmu yang diberikan serta Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau yang telah memberikan fasilitas pendukung sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

6. Daftar Pustaka

[1] Peri Permana. 2010. Sistem Pendinginan Termoelektrik di Dunia Pertanian.[Online], <http://www.wicanhearsweblog.blogspot.com/Sistem-Pendinginan>, (diakses 18 April 2017)

[2] Mangsur. 2010. Pengembangan *cool* tipe CB-02 Multifungsi Ramah Lingkungan Berbasis Termoelektrik untuk Kendaraan Roda Dua. *Skripsi*. Program Sarjana Fakultas Teknik UI.

[3] Rahman, M, Kusumah, I.H, Komaro, M. 2013. Analisis Pendinginan Coolbox Termoelektrik Dengan Menggunakan Photovoltaic Sebagai Sumber Energi. *Torsi*. 11 (1) : 39 -54

[4] Tellurex Corporation. 2010. *Frequently Asked Questions About Our Cooling And Heating Technology*. Tellurex Corporation : Traverse City.

[5] Hendy, 2011. Kaji Eksperimental Penerapan Termoelektrik Sebagai Pemanas Dan/Atau pendingin Dengan Pemasangan Pipa Kalor. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin ITB.

[6] Akmal, M. 2014. Analisis Performansi *Thermoelectric Cooling Box Portable* Menggunakan Elemen *Peltier* dengan Susunan *Cascade*. *Skripsi*. Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Riau.

[7] Gultom, R.N, 2016. Analisis Performansi Pendingin Minuman *Portable* Menggunakan Modul Termoelektrik Dengan Kapasitas 4,7 Liter. *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin UNRI.

[8] Haidar, S Issac. I, Singleton, T. 2011. *Thermoelectric Cooling Using Peltier Cells in Cascade*. *Tesis*. University of Alberta, Edmonton.

[9] Onoroh, F, Lekwuwa C.J, Jhon, I.H. 2013. Performance Evaluation of a Thermoelectric Refrigerator. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*. 2 (7) : 18-24