

## Analyse Coefficient Of Performance System To Result Of Condensation At Appliance Of Converter Portable

Fathir Muhammad<sup>1\*</sup>, Dominggus G.H.Adoe<sup>2</sup>, Gusnawati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jln. Adisucipto – Penfui Kupang NTT, 85222

\*Corresponding author: al.fathammad@gmail.com

**Abstract** During long drought of Kupang urban community feel difficulty will irrigate cleanness. Water represent natural resources is which is very required by human being. In air consist in aqueous vapour, aqueous vapour will become dew if existence of different temperature in atmosphere or referred as by condensation. Module of thermoelectric is appliance able to generate different temperature when module given by unidirectional voltage. Appliance assist thermoelectric used to yield condensation is and heat sink of fan. Yielded condensate can be used as by drinking water. Research conducted by during 24 hour clock/1 hour clock for the intake of temperature data and volume of condensate. Appliance of converter portable in form of square with fairish condensation room 53x13x70 mm<sup>3</sup>. Type of peltier used namely SP1848 27145 SA. At examination of in average out door of COP that is 0,07654341 and at examination of average value door out of COP that is 0,03707093. When volume of condensate yielded a little hence value of COP big got conversely, when volume of condensate yielded many hence value of COP it's small.

**Abstrak** Selama kemarau panjang masyarakat Kota Kupang merasakan kesulitan akan air bersih. Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Di dalam udara terkandung uap air, uap air akan menjadi embun jika adanya perbedaan temperatur di atmosfer atau disebut kondensasi. Modul *thermoelectric* adalah alat yang dapat menimbulkan perbedaan temperatur ketika modul diberikan tegangan listrik searah. Alat bantu *thermoelectric* yang digunakan untuk menghasilkan pengembunan adalah *heatsink* dan *fan*. Kondensat yang dihasilkan dapat digunakan sebagai air minum. Penelitian dilakukan selama 24 jam/1 jam untuk pengambilan data temperatur dan volume kondensat. Alat *converter portable* tersebut berbentuk persegi dengan ruang pengembunan berukuran 53x13x70 mm<sup>3</sup>. Tipe *peltier* yang digunakan yakni SP1848 27145 SA. Pada pengujian *in door* nilai rata-rata COP yaitu 0,07654341 dan pada pengujian *out door* nilai rata-rata COP yaitu 0,03707093. Bila volume kondensat yang dihasilkan sedikit maka nilai COP yang didapatkan besar dan sebaliknya, bila volume kondensat yang dihasilkan banyak maka nilai COP nya kecil.

**Keywords:** Air Minum, *Heat Sink*, Kondensasi, Kondensat, Modul *Thermoelectric*.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Dalam kelembaban udara hampir 30% terdapat uap air. Jumlah uap air ini dapat diubah menjadi air dengan merancang alat seperti *Atmospheric Water Generator* (Peters, G.M, 2013) [7]. Perangkat ini mampu mengubah uap air yang terkandung di udara menjadi air yang dapat digunakan bahkan sebagai air minum. Perangkat ini menggunakan prinsip panas laten untuk mengubah molekul uap air menjadi butiran-butiran air.

Dari uraian di atas maka peneliti tertarik melakukan penelitian mengkondensasikan udara (uap air) menjadi air dengan menggunakan *prototype* alat *converter portable*. Alat tersebut menggunakan sebuah sistem yang mencakup *adaptor*, *thermoelectric*,

*heat sink*, *fan* dan ruang pengembunan. Alat *converter portable* tersebut berbentuk persegi panjang berukuran 60x50x90 mm<sup>3</sup> dengan pola luar menggunakan kaca mika 2 mm.

Ketika tegangan listrik DC dialirkan ke *fan* dan *thermoelectric*, dengan secara bersamaan *fan* akan berputar untuk menghisap udara masuk ke dalam ruang pengembunan dan menghembuskan panas dari *heat sink* sisi panas, begitu pula *thermoelectric* akan menghasilkan perbedaan temperatur antara kedua sisi yaitu panas dan dingin atau disebut efek *peltier*. Kedua sisi tersebut dipasangkan *heat sink*. Ketika udara (uap air) menyentuh permukaan *heat sink* sisi dingin maka uap air akan melepaskan kalor latennya sehingga permukaan *heat sink* akan menimbulkan

butiran-butiran air atau disebut pengembunan dan karena pengaruh gravitasi, kondensat (cairan hasil kondensasi) akan mengalir ke bawah membentuk lapisan cairan yang saling menyatu.

Sehubungan dengan penjelasan yang ada, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui COP (*Coefficient Of Performance*) sistem terhadap hasil pengembunan pada alat *converter portable*.

Penelitian yang dilakukan oleh Alaoui, (2011) yang merancang ruang pendingin berdimensi  $0.11 \times 0.29 \times 0.33 \text{ m}^3$  dengan menggunakan *heat sink* yang berbahan aluminium  $350 \times 75 \times 39 \text{ mm}^3$  memiliki 21 sirip, berat 1500 gr dan memiliki kalor jenis  $0,963 \text{ J/g}^\circ\text{C}$  [1].

Menurut penelitian lain yang dilakukan oleh Nandy aditya, dkk (2014), yang merancang alat-alat untuk kondensasi seperti sel surya (*output voltage* sebesar 12 V dengan daya *output* maksimum 120 W), satu keping peltier (dimensi  $4 \times 4 \times 0.8 \text{ cm}$ ), kipas angin ( $15 \times 15 \text{ cm}$  dengan putaran 3000 rpm), dan *heat sink* berbahan *anodized* aluminium (pelapisan aluminium dengan zat warna). Kemudian dilakukan pengujian ternyata daya *output* untuk alat pendingin peltier (kipas, *heatsink* dan peltier) yang terhubung secara paralel sebesar 40 W dengan *input current* 3,5 A dan  $\Delta T$  ( $87^\circ\text{C}$ ). Kipas angin menghasilkan aliran udara sebesar 500 cfm [12]. Hingga Gupta, R, dkk 2016 menghasilkan kondensat yang dijalankan selama siang hari didapatkan sebanyak 1 Liter/jam dengan sirkulasi udara sebesar  $2,54 \text{ m}^2/\text{s}$  [6].

### Kondensasi

Kondensasi adalah perubahan uap air atau benda gas menjadi benda cair pada suhu udara di bawah titik embun. Proses pengembunan adalah proses perubahan wujud gas menjadi wujud cair karena adanya perbedaan temperatur. Kondensasi terjadi ketika uap menyentuh permukaan yang temperaturnya di bawah temperatur jenuh dari uap tersebut. Ketika kondensat cairan terbentuk pada permukaan, kondensat ini akan mengalir ke bawah karena pengaruh gravitasi. Jenis fenomena kondensasi dibagi menjadi dua yaitu kondensasi film (*film wise condensation* dan

kondensasi secara tetes (*dropwise condensation*).

### Elemen Peltier

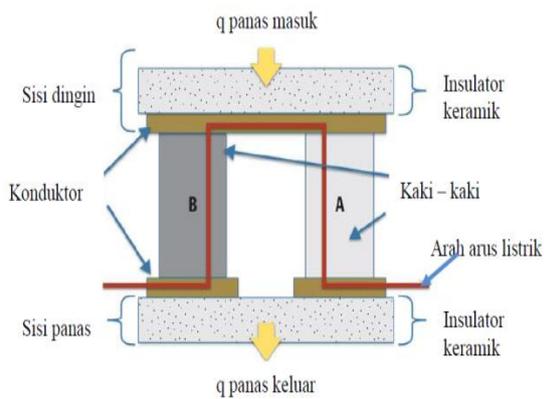
Elemen Peltier adalah suatu alat / komponen listrik yang dapat menghasilkan suhu dingin pada satu sisi dan suhu panas pada sisi lainnya bila dialiri arus listrik. Elemen ini disebut juga *Thermo – Electric Cooler (TEC)*. Kenaikan atau penurunan temperatur di persambungan bergantung pada arah aliran arus listrik. Peltier ditemukan oleh Jean Peltier pada tahun 1834 dan kemudian diperluas oleh Emil Lenz pada tahun 1838. Setelah melakukan beberapa percobaan, Lenz menyimpulkan bahwa panas yang dihasilkan atau diserap bergantung pada arah dari aliran arus listrik.



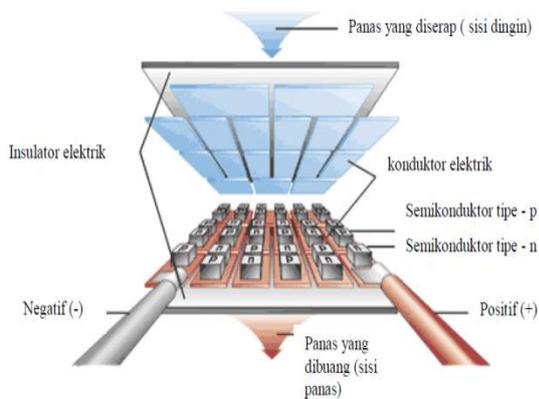
Gambar 1. Elemen Peltier

### Mekanisme Kerja Peltier

Ketika peltier di alirkan arus listrik, elektron –elektron mengalir dari kutub negatif ke kutub positif dalam rangkaian. Elektron dari material yang kekurangan elektron (*p-Type Semiconductor*) berpindah ke material yang kelebihan elektron (*n-Type Semiconductor*). Dalam keadaan ini, konektor akan menyerap energi sehingga sisi ini akan bertemperatur dingin. Di sisi lain, ketika elektron berpindah dari tipe-n ke tipe-p, konektor akan melepaskan energi sehingga pada sisi ini akan bertemperatur panas. Membuang panas dari sisi panas akan menurunkan temperatur pada sisi dingin dengan cepat, besarnya penurunan bergantung dari arus listrik yang diberikan. Ilustrasi kerja elemen peltier ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.



**Gambar 2.** Arah arus listrik yang menimbulkan suhu panas dan dingin

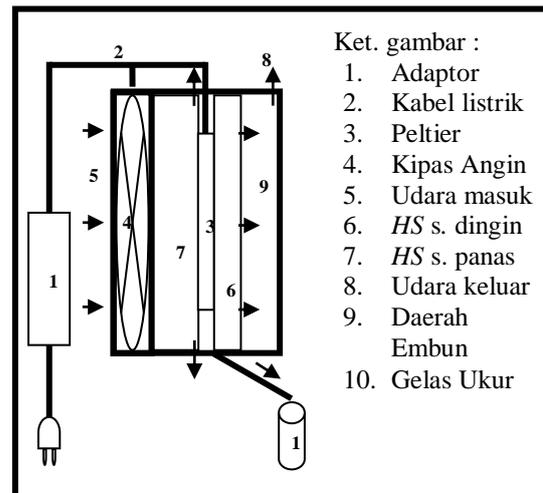


**Gambar 3.** Cara kerja peltier

### Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Undana selama 3 bulan. Alat *converter portable* tersebut berbentuk persegi panjang berukuran 60x50x90 mm<sup>3</sup> dengan pola luar menggunakan kaca mika 2 mm. Ruang pengembunan berukuran 53x13x70 mm<sup>3</sup>. Elemen *peltier* yang digunakan berukuran 40x40x4 mm<sup>2</sup> dengan tipe *peltier* SP1848 27145 SA.

Kapasitas gelas ukur yang digunakan yaitu 100 ml. Proses penelitian dilakukan selama dua hari/24 jam dan pengambilan data diambil setiap 1 jam. Terdapat 2 keadaan saat pengambilan data yaitu data *in door* dan *out door* dengan tujuan mengetahui banyak kondensat yang dihasilkan.



- Ket. gambar :
1. Adaptor
  2. Kabel listrik
  3. Peltier
  4. Kipas Angin
  5. Udara masuk
  6. HS s. dingin
  7. HS s. panas
  8. Udara keluar
  9. Daerah Embun
  10. Gelas Ukur

**Gambar 4.** Skema sistem alat *converter portable*

Untuk mencari nilai laju kalor yang diserap:

$$Q = h.A.(\Delta T) \quad (1)$$

dimana  $h$  adalah koefisien perpindahan panas ( $W/m^{\circ}C$ ),  $A$  adalah luas permukaan material ( $m^2$ ) dan  $\Delta T$  adalah perbedaan temperatur ( $^{\circ}C$ ).

Untuk menghitung daya yang masuk:

$$W_{in} = V.I \quad (2)$$

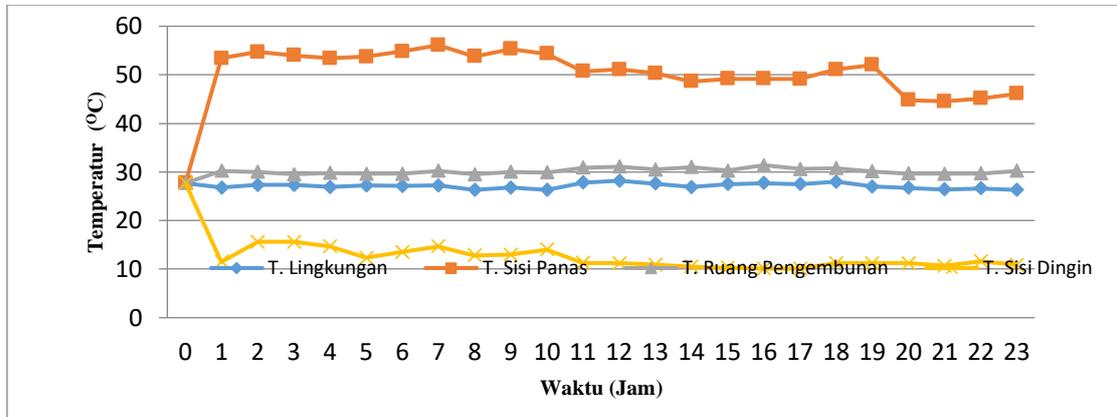
dimana  $V$  adalah tegangan (volt) dan  $I$  adalah arus (ampere)

Dan untuk perhitungan COP :

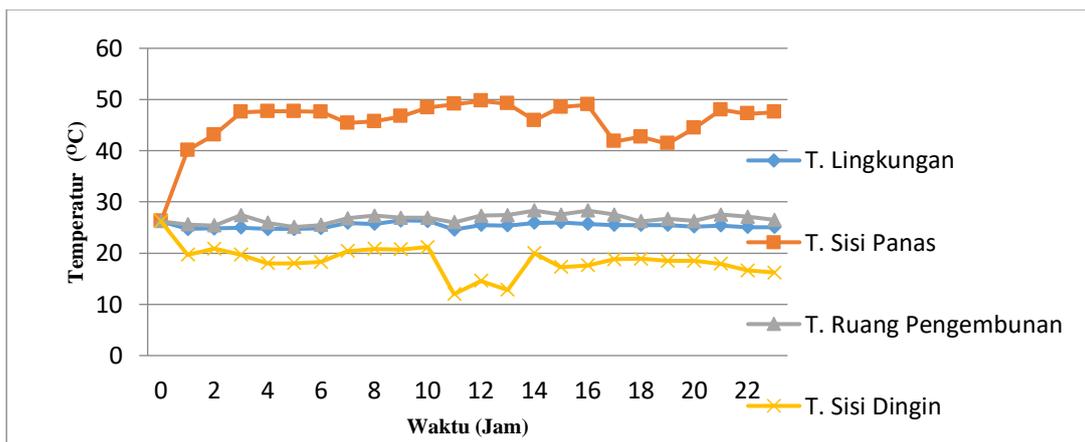
$$COP = \frac{Q}{W_{in}} \quad (3)$$

### Hasil Dan Pembahasan

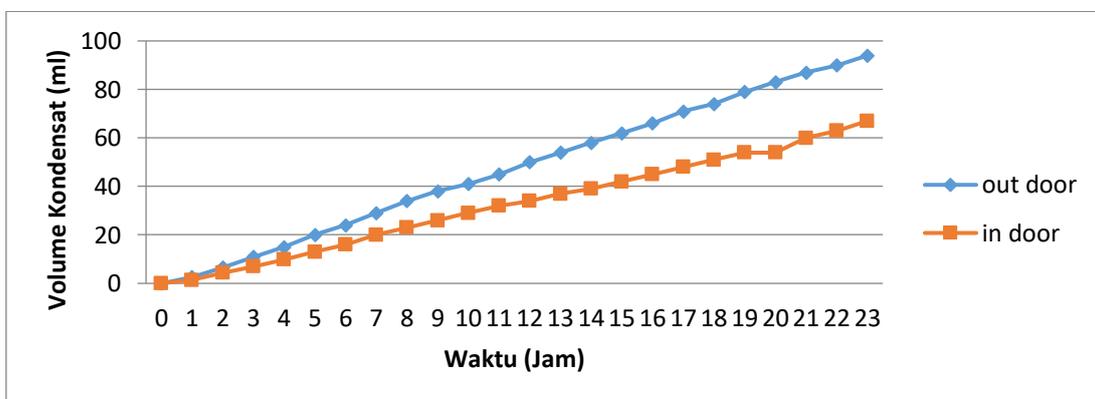
Dari alat *converter portable*, diperoleh data-data selama pengujian *in door* dan *out door* mulai pukul 00:00 sampai 23:00



(a)



(b)



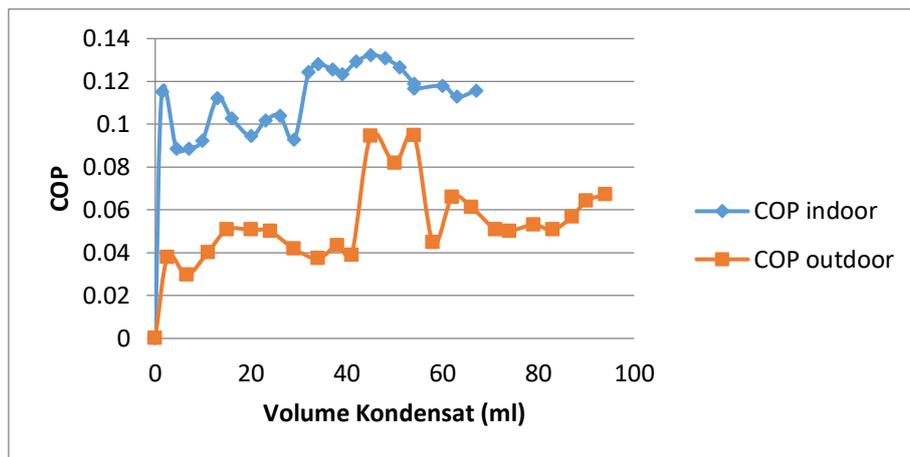
(c)

**Gambar 5.** Grafik perubahan temperatur terhadap waktu pengujian *in door* (a), grafik perubahan temperatur terhadap waktu pengujian *out door* (b) dan (c) Grafik kondensat terhadap waktu pengujian *in door* dan *out door*.

Gambar 5.a dan 5.b di atas menunjukkan bahwa temperatur lingkungan dan temperatur pada ruang pengembunan tidak ada pengaruh yang besar baik pada pengujian *in door* maupun pada pengujian *out door*. Dan untuk sisi panas dan sisi dingin dari efek *peltier* yaitu pelepasan dan penyerapan energi dari kerja *peltier* mempunyai temperatur maksimal yaitu 56,1°C untuk pengujian *in door* dan pengujian

*out door* yaitu 49,7°C, sedangkan temperatur minimal untuk kedua pengujian yaitu 10,1°C untuk pengujian *in door* dan pengujian *out door* yaitu 12,0°C.

Data yang diperoleh dari pengujian dianalisa dan hasilnya diperoleh COP untuk pengujian *in door* dan pengujian *out door* yang dimulai dari pukul 00.00 sampai pukul 23.00.



Gambar 6. Grafik COP terhadap volume kondensat

Pada gambar 6 adalah grafik hubungan antara COP terhadap volume kondensat. Besarnya COP dipengaruhi besarnya laju kalor yang di serap oleh *heatsink* dan besarnya daya yang masuk ke *peltier* dan *fan*. Untuk nilai COP paling tinggi pada pengujian *in door* ditunjukkan pada volume kondensat 45 ml pada pukul 16.00 yaitu sebesar 0.13230972. Sedangkan untuk nilai COP paling tinggi pada pengujian *out door* ditunjukkan pada volume kondensat 54 ml pada pukul 13.00 yaitu sebesar 0.09477193. COP yang diharapkan belum sesuai dengan yang diharapkan.

### Kesimpulan

COP dalam pengujian *in door* mencapai nilai 0.13230972 dan volume kondensat yang didapatkan selama 24 jam sampai 67 ml. Sedangkan COP dalam pengujian *out door* mencapai nilai 0.09477193 dan volume kondensat yang didapatkan selama 24 jam yaitu 94 ml. Ini menunjukkan bahwa udara yang terkondensasi dalam pengujian *in door* lebih sedikit dibandingkan pengujian *out door*. Bila volume kondensat yang dihasilkan sedikit maka nilai COP yang didapatkan besar dan

sebaliknya, bila volume kondensat yang dihasilkan banyak maka nilai COP nya kecil.

### Referensi

- [1] Alaoui Chakib, 2011. "Peltier Thermoelectric Modules Modeling and Evaluation", International Journal of Engineering (IJE), Volume (5): Issue (1). Taif University, KSA.
- [2] Alkhoiron, I. Fitra., 2016. "Studi Penggunaan Modul Thermoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Portable", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Kendari.
- [3] Cairo University & HEEPF. MPE 635: Electronics Cooling. Part C: Electronics Cooling Methods in Industry. Pp: 45-55
- [4] Cengel, Yunus A. 2003. Heat Transfer Second Edition. New York: Mc Graw-Hill
- [5] Dabhi, Jaspalsinh. B., Nimesh B.P., & Dr. Nirvesh.S.M. 2012. Consideration for Design of Thermoelectric Refrigeration System. International Journal of

- Advanced Engineering Research and Studies 1(2):259-261
- [6] Gupta Rohan., Gupta Jogesh., Gupta Ajay., & Mahadik Uday. 2016. "*Water Through Air Using Peltier Elements*". JSTE - International Journal of Science Technology & Engineering, Volume 2, ISSN (online): 2349-784X
  - [7] G. M. Peters, N. J. Blackburn and M. Armedion, 2013. "*Int. J. Life Cycle Asses*". 18, 1149-1157.
  - [8] Goldsmid, H.J. 1964. *Thermoelectric Refrigeration*. New York: Plenum Press
  - [9] J.P.,Holman, 1988, *Heat Transfer*, Mc Graw Hill Inc.
  - [10] Maman Rahman, Inu Hardi Kusuma, dan Mumu Komaro, 2014. "*Analisis Pendinginan Coolbox Termoelektrik dengan Menggunakan Photovoltaic Sebagai Sumber Energi*". Universitas Pendidikan Indonesia: Bandung.
  - [11] Moffat, R. 1997. *Notes on Using Thermocouples*. Electronics Cooling Vol.3, No.1
  - [12] Nandy Aditya, dkk, 2014. "*A Project on Atmospheric Water Generator with the Concept of Peltier Effect*", International Journal of Advanced Computer Research, Volume (4): Issue (15). MCKV Institute of Engineering under West Bengal University of Technology (WBUT).
  - [13] Yunus A.C and Michael A.B, *Thermodynamics*, Hal 54