



## Ecobox : Inovasi Penyimpan Makanan Non CFC Berbasis Peltier Thermoelektrik Yang Murah, Hemat Energi dan Ramah Lingkungan

Reza Faisal<sup>1✉</sup>, Mohamad Ikhsan Nurulloh<sup>2</sup>, Junaedi Harmiansyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Agustus 2016

Disetujui September 2016

Dipublikasikan Oktober 2016

*Keywords:*

*Ecobox, penyimpan makanan, ramah lingkungan*

### Abstrak

Penggunaan kulkas sebagai pendingin semakin meningkat diiringi dengan penggunaan bahan kimia berbahaya. Hal ini disebabkan karena di dalam kulkas terdapat komponen yang tidak ramah lingkungan yaitu Freon. Selain itu desainnya kurang praktis karena terlalu besar sehingga mobilitasnya rendah, karena itu diperlukan penyimpan makanan yang portable, memiliki estetika, bobot ringan, namun tetap hemat energi dan memiliki kemampuan pendinginan yang sama dengan pendingin konvensional. Tujuan karsa cipta ini yaitu: (1) Mancang dan mendesain ECOBOX sebagai inovasi kulkas ramah lingkungan (2) Mengetahui efisiensi ECOBOX dibandingkan kulkas dipasaran. Metode pendekatan yang digunakan adalah metode eksperimental di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang. Perancangan dengan menentukan spesifikasi rancangan yang memenuhi spesifikasi yang ditentukan, menentukan alternatif terbaik dan membuktikan bahwa rancangan yang dipilih memenuhi spesifikasi efektif dan efisien dengan biaya yang murah. Sistem pendingin ECOBOX tidak menggunakan CFC tetapi menggunakan peltier thermoelektrik. Pasir besi digunakan sebagai transfer kalor untuk menjaga suhu dingin yang telah dicapai. ECOBOX memiliki Kapasitas 40 L. Temperatur dingin mencapai 20°C. Efisiensi ECOBOX sebesar 85% dibandingkan dengan keawetan buah pada kulkas konvensional.

© 2016 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
Gedung D7 Lantai 2, Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: Rezafaizal487@gmail.com

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan alat pendingin tidak pernah lepas dalam hidup manusia. Manusia butuh alat pendingin untuk menyimpan berbagai benda, seperti bahan baku masakan (sayur, daging, bumbu masak), makanan, dan minuman. Akan tetapi perlu diketahui bahwa di dalam kulkas terdapat komponen utama yang tidak ramah lingkungan karena dapat menyebabkan ECOBOXan global (Notoadmojo *et al.*, 2010). Berdasarkan Asosiasi Penyalur Refrigerant Ramah Lingkungan (Maulana 2010) jumlah pemakaian refrigerant dalam kulkas selalu mengalami kenaikan dengan prediksi 3.226,82 ton tahun 2010 menjadi 4819 ton tahun 2015, naik 49,8 %. Pemakaian teknologi pendingin sekarang masih terdapat berbagai kelemahan. Kulkas memiliki kelemahan, yaitu memakan ruang dengan ukuran yang besar, memiliki ancaman terhadap lingkungan (CFC), serta masih banyak memakan daya listrik.

Kulkas tidak praktis untuk dibawa ke mana-mana karena ukurannya yang besar. Sedangkan, barang dengan ukuran praktis dan fungsi yang serupa lebih menarik minat masyarakat sekarang karena lebih mudah digunakan. Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya solusi mengatasi permasalahan ini yaitu inovasi teknologi penyimpanan makanan yang praktis, hemat energi dan ramah lingkungan yaitu ECOBOX berbasis termoelektrik. Adapun dasar pemikiran karsa cipta ini yaitu berdasarkan efek peltier, ketika modul termoelektrik dilewatkan arus searah (DC), maka salah satu sisi dari modul termoelektrik akan menimbulkan panas dan sisi yang lain dingin. Termoelektrik sebagai pendingin dibuat menjadi sebuah modul semikonduktor yang jika dialiri arus listrik DC maka kedua sisi modul termoelektrik ini akan mengalami panas dan dingin. Disamping itu termoelektrik memungkinkan untuk menghasilkan aplikasi ECOBOX pendingin dalam ukuran yang lebih kecil dan hanya membutuhkan energi elektrik untuk menggerakkannya sehingga tidak menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Adapun produk inovatif karsa cipta penulis

yaitu ECOBOX sebagai inovasi teknologi penyimpanan makanan masa depan berbasis termoelektrik yang praktis, hemat energi, dan ramah lingkungan.

Sesuai dengan topik rumusan permasalahan yang dikemukakan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam karsa cipta ini antara lain: 1) Merancang dan desain *Ecobox* sebagai inovasi teknologi pendingin masa depan berbasis *termoelektrik*; 2) Mengevaluasi efisiensi inovasi *Ecobox* berbasis teknologi *termoelektrik* dibandingkan pendingin dipasaran.

## METODE

Perancangan dan pembuatan prototype ECOBOX dilaksanakan di Laboratorium Fisika Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang selama 5 bulan yaitu dari bulan Maret sampai Juli 2016. Metode pendekatan yang digunakan adalah metode eksperimental/rekayasa. Penelitian diarahkan untuk membuktikan bahwa rancangan tersebut memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Penelitian berawal dari menentukan spesifikasi rancangan yang memenuhi spesifikasi yang ditentukan, menentukan alternatif terbaik dan membuktikan bahwa rancangan yang dipilih memenuhi spesifikasi efektif dan efisien dengan biaya yang murah.

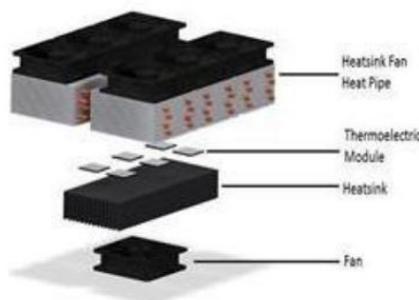
Pelaksanaan dilakukan dengan membuat rancangan spesifikasi yang diinginkan. Adapun Spesifikasi *ECOBOX* yang diinginkan seperti tersaji pada Tabel 1. Perancangan alat ini memiliki beberapa target yaitu membuat sistem yang sesederhana mungkin agar perawatan mudah dilakukan. Sistem harus bekerja secara efisien performa sistem mampu bersaing dengan pemanas pendingin konvensional. Perancangan dimulai dengan membuat desain gambar menggunakan *autodesk inventor* dan *CFD (Computational Fluid Dynamics) Fluent* (Tuakia 2008) untuk membantu melakukan perhitungan mengenai aliran fluida dalam ECOBOX.

**Tabel 1.** Daftar Spesifikasi desain pendingin thermoelektrik

Spesifikasi	Tuntuan rancangan
Fungsi	Mampu mencapai atau mendekati perfoma pemanas dan pendingin konvensional
Konstruksi	Sederhana
Sistem pendingin	terdiri dari 2 keping elemen peltier
Dimensi	seringkas mungkin
Assembly	mudah untuk dibongkar pasang
Pemeliharaan	<i>free maintenance</i> atau perawatan mudah dilakukan
Harga	<i>reseasonable</i> dan menjangkau daya beli masyarakat

Dalam pengerjaanya dibutuhkan pendingin peltier *thermoelektrik*, *heatshink*, *fan* dan pasir besi sebagai transfer kalor. Selanjutnya dilakukan pengampelasan terhadap kedua sisi *coldsink* menjadi halus sehingga permukaan kontak lebih sempurna. Selanjutnya pemasangan 2 komponen elemen peltier ganda yang dihubungkan secara paralel. Bagian sisi dingin thermoelektrik dilekatkan pada *coldsink* menggunakan *thermal grease*. Selanjutnya memasang sisi pendingin dengan *vapor calor chamber* dan *heatsink fan*. Bahan *HSF* dipilih dari paduan tembaga dan aluminium. Pemasangan dilakukan pada sisi panas thermoelektrik. Seluruh rangkaian dihubungkan

dengan mur dan baut dan dirangkai dibagian bawah dan tengah kabin lemari pendingin. Setelah sistem kulkas selesai dibuat dilakukan pembentukan ruang memakai material dinding *polyurethane* karena memiliki konduktivitas *thermal* yang rendah, dengan tebal 1 *Inch* mengurangi 40-45% pengaruh dari temperatur luar (heat reduction = 40-45% per 1 inch). Pemasangan pintu dibuat dengan memasang pintu sliding agar kerapatan dapat terjadi. Sedangkan bagian tengah dibuat, yaitu: wadah termoelektrik. Pemasangan Termoelektrik dilakukan secara paralel dipasang bersamaan dengan sensor temperature.



**Gambar 1.** Desain rancangan sistem pendingin peltier *thermoelektrik*

Selanjutnya dilakukan uji coba alat dalam skala laboratorium untuk mengetahui efisiensi *ECOBOX*. Dilakukan miniriset pengaruh penyimpanan terhadap warna, tekstur, dan bau

buah selama 8 hari. Kemudian dibandingkan antara penyimpanan ditempat terbuka, di *ECOBOX* dan dikulkas. Selanjutnya dilakukan perbandingan kedua variabel pengukuran.

$$ECOBOX = \frac{\text{lifetime buah di ECOBOX}}{\text{lifetime buah di kulkas konvensional}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

ECOBOX berdimensi 38 X 62 X 55 cm dengan Kapasitas 40 L, Input 12 VDC, 60 Watt. Temperatur dingin mencapai 20°C. Adapun sistem pendingin pada kulkas ini tidak menggunakan CFC (*Chloro Floro Carbon*) akan tetapi menggunakan peltier termoelektrik.



Gambar 2. ECOBOX tampak belakang dan tampak depan

Cara kerja ECOBOX sama dengan refrigerator berbasis *refrigerant* hanya saja dalam refrigerator ini tidak menggunakan fluida kerja, dengan mengubah masukan arus menjadi maksimum kita dapat mengontrol aliran panas dan temperatur pada sisi panas dan mengoptimalkan temperatur rendah pada sisi dingin. Sisi dingin yang memiliki temperatur yang lebih rendah dihubungkan dengan *coldsink* dan dialirkan menggunakan konveksi paksa dengan bantuan fan menuju kompartemen atau kabin pada mesin bagian tengah sedangkan pada mesin bagian bawah suhu dingin dialirkan melalui konduksi secara langsung pada wadah makanannya sehingga didapatkan dingin yang optimum. *Heatsink* berfungsi membantu proses pendinginan dalam ECOBOX. Sedangkan fan pada *heatsink* untuk mengoptimalkan penyerapan panas yaitu dengan mengalirkan panas dari *heatsink* ke lingkungan, sehingga hal ini akan meningkatkan performa kerja ECOBOX. Di bagian belakang kabin terdapat sensor suhu dan mikrokontroler yang berfungsi untuk memutuskan arus listrik ketika telah mencapai suhu 20°C sehingga dapat menghemat energi. ECOBOX yang telah mencapai suhu yang

ECOBOX lebih hemat energi dibandingkan kulkas konvensional. Sebagai perbandingan kulkas konvensional membutuhkan daya 90-120 watt tergantung spesifikasinya sedangkan ECOBOX hanya membutuhkan daya 60 watt. Selain itu lebih ramah lingkungan karena tidak mengeluarkan emisi CFC.

diinginkan akan memutuskan arus listrik, kemudian pasir besi berperan menjaga suhu yang telah dicapai dengan metode transfer kalor.

Hasil mini riset atau percobaan yang telah dilakukan didapatkan efisiensi 85% terhadap keawetan buah dibandingkan buah disimpan pada kulkas konvensional dengan 7 hari keawetan buah dalam ECOBOX dan keawetan buah 8 hari dalam kulkas konvensional. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa ECOBOX memiliki fungsi yang hampir sama dengan kulkas konvensional.

*Refrigerator* konvensional berbasis sistem kompresi uap memiliki kelebihan nilai COP yang tinggi dan memiliki nilai kapasitas pendingin yang besar namun tidak ramah lingkungan karena menggunakan refrigeran yang dapat merusak ozon, dan temperatur yang tidak stabil. Adapun keunggulan berdasarkan *customer need*, dari teknologi refrigerator ini adalah :

1. Memiliki performa hampir sama dengan pendingin konvensional.
2. Aplikatif, dapat diterapkan yakni sebagai lemari pendingin untuk bahan makanan cair dan padat, penyimpanan darah atau obat, serta sebagai pemanas

untuk menghangatkan nasi, makanan seperti lauk, dan sebagainya.

3. Menggunakan bahan bahan ramah lingkungan dan tanpa emisi CFC.
4. Desain yang menarik, *compact* simple praktis
5. *Low Cost Maintenance*

## SIMPULAN

Desain ECOBOX memiliki kapasitas 40 L dengan peltier termoelektrik sebagai pendingin dan pasir besi sebagai transfer kalor untuk menjaga suhu dingin yang diperoleh. ECOBOX memiliki efisiensi 85% dibandingkan dengan buah yang disimpan pada kulkas konvensional

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Kemenristek Dikti yang telah memfasilitasi dan kontribusi terhadap program kreativitas mahasiswa karsa cipta.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arjianto. 2001. *Pemanfaatan Liquifield Petroleum Gas (LPG) Sebagai Pengganti atau Pencampur Freon R-12 pada Mesin Pendingin*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Yunus, A.C. and Michael, A.B., 2006. *Thermodynamics: An engineering approach*. McGraw-Hill, New York.
- Calgary, Alberta, Canada . 2005 *Thermoelectric Generator Operating Manual 23658 Rev.*
4. *Journal Global Thermoelectric* Vol 2 No. 45
- Korn, F., 2008. Heat pipes and its applications. *Heat and Mass Transport, Project Report*.
- Goldsmid, H.J., 2010. *Introduction to thermoelectricity* (Vol. 121). Heidelberg: Springer.
- Hasan, M Iqbal, 2002. *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian Dan Aplikasinya*. Ghalia Indonesia.Jakarta.
- Sutjahja, I.M., 2010. Penelitian bahan termoelektrik bagi aplikasi konversi energi di masa mendatang. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 1, p.58.
- Lienhard, J.H., 2013. *A heat transfer textbook*. Courier Corporation.
- Maulana, Agus. 2010. *Penggunaan BPO (Bahan Perusak Ozon) di Provinsi Jakarta dari Sektor Refrigerator*. Jakarta: APRAL.
- Min, G. and Roe, D.M., 1994. *Handbook of thermoelectrics, Peltier devices as generator*.
- Putra, N., Koestoer, R.A., Adhitya, M., Roekettino, A. and Trianto, B., 2009. Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik untuk Kendaraan Hibrid. *Jurnal Makara, Teknologi*, Vol. 13, No. 2, November 2009: 53-58
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2000. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Ridho. 2012. Pengaruh Variasi Jarak Peletakan Static Radial Fin Mixer terhadap Unjuk Kerja Heat Exchanger. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.