

## Studi Eksperimen Kotak Dingin pada Sepeda Motor sebagai Pembawa Vaksin

Nugroho Yoga, Aam Amaningsih, Ayub Nugroho  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta  
email : yoga\_ngy@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Posisi geografis Indonesia yang terletak diantara dua samudra dan dua benua, juga tiga lempeng tektonik sangat strategis sekaligus rawan terjadinya gempa bumi. Terjadinya gempa tidak berada di perkotaan saja tetapi sampai ke daerah terpencil yang sangat sulit dicapai dengan perjalanan darat, air, maupun udara karena faktor geografis dan cuaca. Penyaluran bantuan kepada korban gempa khususnya obat-obatan memerlukan perlakuan khusus, misalnya vaksin yang membutuhkan ruang temperatur rendah yang stabil agar komposisi kimia tidak berubah. Kotak dingin sebagai pembawa vaksin ke daerah terpencil akan sangat praktis apabila ditempatkan pada sepeda motor. Proses pendinginan kotak ini memerlukan catu daya untuk menjaga temperatur tetap konstan, untuk itu diperlukan alat yang mudah, efisien, dan praktis karena keterbatasan tempat. Penggunaan komponen termoelektrik alat yang bekerja dengan efek peltier sangat cocok untuk mempertahankan temperatur dingin kotak, dan juga memerlukan catu daya berupa listrik dari aki motor.

Pemilihan material kotak, isolator, dan tempat vaksin dilakukan untuk mendapatkan kotak pendingin yang paling efektif untuk tujuan pembawa vaksin. Pengujian dan analisa data temperatur dilakukan untuk mengetahui kinerja kotak dingin dalam proses pendinginan dan mempertahankan temperatur kotak.

Kata kunci : kotak dingin, efek peltier.

### 1. Pendahuluan

Wilayah Indonesia terletak di antara dua samudra, dua benua dan tiga lempeng tektonik, yaitu : Lempeng Asia – Australia, Lempeng Euresia dan Lempeng Pasifik. Indonesia terletak pada jalur pusat-pusat gempa bumi global *circum-Pacific*. Hal inilah yang menyebabkan beberapa daerah di Indonesia sering terjadi gempa bumi terutama di Sumatera, Irian Jaya, Selatan Jawa, dan Sulawesi. Pada saat terjadi bencana alam sering terjadi kendala dalam mendistribusikan bantuan seperti bahan-bahan logistik, makanan dan obat-obatan. Oleh sebab itu tidak semua alat transportasi darat mampu menjangkau daerah-daerah pelosok yang sempit dan curam.

Untuk dapat menjangkau daerah yang sulit maka diperlukan alat transportasi yang fleksibel dan cepat. Kendala cuaca sering membuat jalur pengiriman melalui udara terhambat dan beresiko. Bencana juga sering memutus atau merusak jalur darat, penggunaan sepeda motor merupakan solusi cepat dalam distribusi meskipun dalam kapasitas yang kecil.

Tidak seperti makanan dan pakaian, obat-obatan memerlukan perlakuan khusus dalam perjalanan, agar sampai di tempat yang dituju masih berfungsi dengan baik. Salah satunya vaksin sebagai obat-obatan yang harus disimpan dan dijaga dalam temperatur rendah.

Desain ruang atau kotak yang dapat menjaga temperatur tetapi juga dapat dipasang pada sepeda motor merupakan solusi dari kedua masalah tersebut. Untuk suatu cool box yang statis dan tidak memerlukan ruang yang relatif luas, penggunaan sistem pendingin konvensional dapat dengan mudah di aplikasikan.

Penggunaan komponen termoelektrik yang berfungsi sebagai pompa kalor dapat diterapkan pada kotak dingin menggunakan catu daya dari aki sepeda motor. Elemen peltier mempunyai bentuk yang compact dan dapat diaplikasikan dengan daya yang relatif kecil.

## 2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah pengembangan dan pengujian kotak dingin sepeda motor menggunakan elemen peltier agar dapat mempertahankan temperatur ruangan 2-8 °C.

## 3. Desain Alat

Dalam mendesain kotak dingin tentunya mengacu pada ukuran komponen-komponen yang digunakan, seperti *peltier*, *styrofoam*, sirip aluminium, dan ukuran komponen-komponen pelengkap lainnya. Selain ukuran, hal ini juga mengacu pada nilai estetika dan biaya.

### a. Boks pembawa



Gambar 3.1 Carrier Box Motor

Berfungsi sebagai tempat kotak dingin yang diletakkan di bagian belakang jok. Dalam pemilihan berdasarkan kebutuhan dari barang yang akan dibawa dan didinginkan. Sehingga pemilihan carrier box ini berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan di pasaran maka kapasitas yang dipilih sekitar 30 L.

### b. Styrofoam

Styrofoam berfungsi sebagai isolator dan dudukan kotak dingin di dalam boks pembawa.



Gambar 3.2 Styrofoam

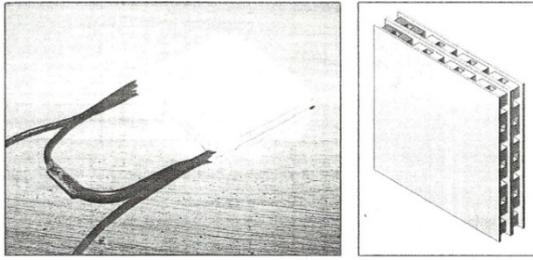
### c. Plat Aluminium



Gambar 3.3 Plat Aluminium

Plat Aluminium berfungsi untuk menyerap kalor dari elemen *peltier* dan didukung dengan menggunakan heat-sink fan.

## d. Elemen Peltier



Gambar 3.4 Dobel peltier

Pendinginan termoelektrik sangat sesuai digunakan pada pembawa vaksin karena merupakan pompa kalor yang berbentuk solid (solid-state heat pump) yang ringkas dan ramah lingkungan. Elemen ini menyerap panas dari kotak dingin dan memindahkannya ke sirip.

## e. Spacer Block



Gambar 4.5 Spacer Block

*Spacer Block* berfungsi sebagai penghantar kalor yang menghubungkan antara kotak dingin dan sisi dingin *peltier*. Material yang digunakan adalah aluminium dengan ukuran 80 mm x 40 mm x 70 mm.

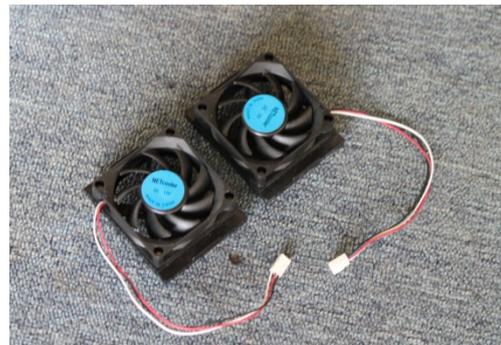
## f. Sirip Aluminium



Gambar 3.6 Sirip Aluminium

Sirip aluminium berfungsi untuk menambah luas permukaan penyerap kalor. Sirip aluminium yang dipilih mempunyai dimensi yang bisa mewakili dari desain dimensi *cool box*, karena hal ini akan mempengaruhi dari penempatan *cool box*. Berdasarkan desain, dimensi untuk sirip aluminium yang digunakan untuk *heat sink* adalah 82 mm x 70 mm x tinggi 40 mm.

## g. Kipas



Gambar 4.7 Kipas

Kipas ini berfungsi mempercepat pelepasan kalor yang ada di sirip aluminium. Hal ini bertujuan untuk menurunkan temperatur pada sisi panas *peltier*.

## h. Isolator (Polyurethane)



Gambar 4.8 Isolator Polyuretane

Fungsi isolator adalah membatasi proses perpindahan, yaitu mencegah masuknya kalor dari lingkungan ke dalam ruang *cool box*. Isolasi pada desain ini menggunakan polyurethane dengan ketebalan  $\pm 30$  mm.

Penggunaan isolasi ini digunakan pada semua sisi luar dari box styrofoam dan sisi dalam dari tutup.

#### i. Alat Pengujian

Peralatan pendukung diperlukan agar pengujian dan pengambilan data dapat dilakukan, peralatan tersebut adalah termokopel dan data akuisisi.

Termokopel yang digunakan dalam pengujian adalah termokopel wire tipe K, dengan material pembentuknya adalah Kromel (Nikel-Kromium) dan Alumel (Nikel-Aluminium). Karena output dari termokopel berupa tegangan (mV), maka untuk membacanya digunakan data akuisisi.



Gambar 3.9 Data akuisisi NI cDAQ-9172 Compact DAQ Chassis dan NI 9211 4-Channel, 14 S/s, 24-Bit,  $\pm 80$  mV Thermocouple Input Module

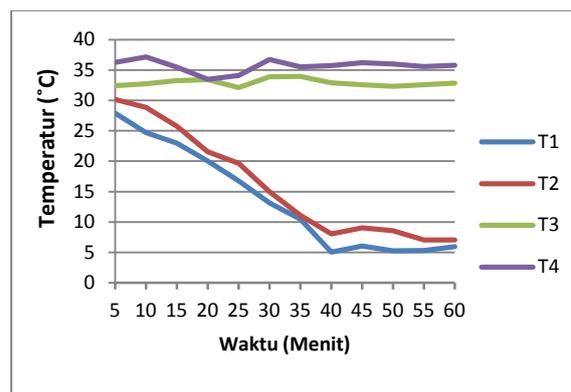
Variabel utama pada pengujian ini adalah temperatur sehingga pada prototipe dipasang beberapa termokopel tipe K antara lain pada ruang pendingin vaksin, pada sisi panas dan dingin elemen peltire, temperatur udara atau lingkungan.

## 4. Hasil dan Analisa Pengujian

Pengujian kotak pendingin dilakukan dengan keadaan mesin motor menyala dan keadaan langsam.

### 4.1 Pengujian tanpa beban

Pengujian pertama dilakukan untuk keadaan kotak dingin yang kosong, untuk mengetahui performa elemen peltier. Data hasil pengujian memperlihatkan temperatur dari empat titik pengujian termokopel tanpa beban.



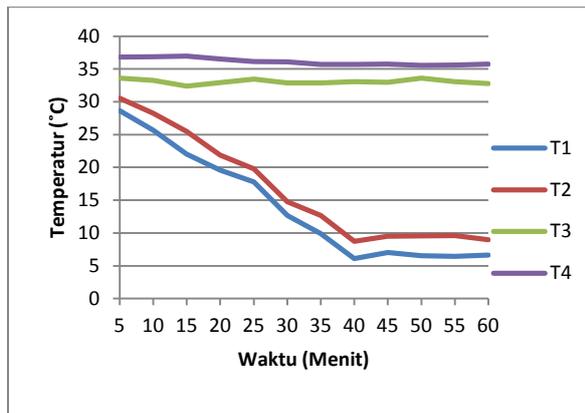
Gambar 4.1 Distribusi temperatur pengujian tanpa beban.

Dari grafik pada Gambar 6.1 dapat dilihat trend penurunan temperatur terjadi pada temperatur *cabin*. Untuk mencapai suhu *cabin* sebesar 2 - 8 °C pada tegangan 12 V dibutuhkan waktu sekitar 40 menit.

Besarnya tegangan sangat berpengaruh terhadap kerja pendinginan yang dilakukan *peltier*. Penambahan tegangan berarti kerja *peltier* akan optimal tetapi tidak boleh melebihi batas tegangan yang diijinkan.

### 4.2 Pengujian dengan beban

Beban yang digunakan adalah vaksin 10 kaleng (0.5 ml).



Gambar 4.2 Distribusi Temperatur pengujian dengan beban 10 kaleng vaksin.

Dari Grafik pada Gambar 4.2 terlihat penurunan temperatur ruang yang lebih lambat karena adanya beban kalor. Untuk menit ke-40 tanpa beban dicapai temperatur 6 °C, untuk beban 10 botol vaksin dicapai temperatur 8 °C. Kemudian dapat dilihat untuk menit ke-60 tanpa beban dicapai temperatur 5 °C, untuk beban 10 botol vaksin dicapai temperatur 6 °C.

## 5. Kesimpulan

Dari serangkaian pengujian dengan menggunakan elemen peltier bertingkat dua dan *heatsink-fan* sebagai pendingin sisi panas peltier maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. *Vaccine Carrier* dengan peltier ganda sebagai pompa kalor (*solid-state heat pump*) dan *heatsink-fan* sebagai pendingin sisi panas peltier sangat efektif mendinginkan ruang vaksin hingga dibawah temperatur 8 °C.
2. Pengujian dengan beban pendinginan berupa vaksin 10 kaleng memberikan penundaan waktu dalam mencapai temperatur serta temperatur tunak yang lebih tinggi dibandingkan tanpa beban.

## Daftar Pustaka

1. Nandy Putra, Pattas P. Siregar, R.A Koestoer, 'Pengembangan Vaccine Carrier Dengan Memanfaatkan Efek Peltier', Seminar Tahunan Teknik Mesin III Universitas Hasanudin, Makasar, 6-7 Desember 2004.
2. Nandy Putra, 'Uji Unjuk Kerja Kotak Vaksin Berbasis Elemen Peltier Ganda', Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 27 Juni 2006, ISBN 979-99266-1-0.
3. Nandy Putra, 'Design, Manufacturing and Testing of A Portable Vaccine Carrier Box Employing Thermoelectric Module and Heat Pipe'. *Journal Of Medical Engineering and Technology*.
4. S.B. Riffat, S.A. Omer, Xiali Ma, 'A novel thermoelectric refrigeration system employing heat pipes and a phase change material: an experience investigation', *Journal Of Renewable Energy*, 23, (2001) 313-323.
5. S.B. Riffat, Guoquan Qiu, 'Comparative investigation of thermoelectric air-conditioners versus vapour compression and absorption air conditioners', *Journal Of Applied Thermal Engineering*, 24, (2004) 1979-1993.
6. S.B Riffat, Xiaoli Ma, 'Thermoelectric: a review of present and potential applications', *Journal Of Applied Thermal Enggineering*, 23 (2001) 313-323.
7. Sugiyanto, 'Pengembangan Cool Box Berbasis Pompa Kalor Thermoelektrik Dan Heat Pipe'.
8. The Development of Portable Blood Carrier By Using Thermoelectrics and Heat Pipes, The 10<sup>th</sup> International Conference On Quality In Research (QIR), Desember 2007).