



**ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANFAATAN SOLAR CELL & LUAS HEADSINK TERHADAP SUHU**

**Ninik Martini, Suyono, Tony Ramadani, Hendra Firmansyah**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [ninikmartini@untag-sby.ac.id](mailto:ninikmartini@untag-sby.ac.id)

**ABSTRAK**

Kotak pendingin atau juga dikenal cooler box adalah tempat tempat untuk menyimpan es batu atau minuman dingin. Saat didalam rumah kita bisa memanfaatkan kulkas untuk menyimpan es batu atau minuman dingin. Namun saat kita beraktivitas diluar rumah sering kebingungan untuk menjaga es batu atau minuman dingin tersebut, maka dari itu cooler box hadir untuk menunjang aktivitas diluar rumah serta jauh dari sumber listrik.

Disebabkan kotak pendingin berguna untuk menyimpan es atau minuman, banyak orang-orang menggunakan kotak tersebut untuk berbagai macam diantaranya untuk menyimpan daging, ikan, dan lain sebagainya. Tingkat kesegaran ikan akan semakin cepat menurun atau ikan akan mudah membusuk pada suhu tinggi namun sebaliknya jika suhu rendah dapat menghambat pembusukan (*Suparno et al. 1993*).

Maka dari pada itu banyak orang – orang berangsur menggunakan kotak pendingin untuk menyimpan ikan, karena didalam kotak pendingin dapat mengurangi bakteri pembusukan di suhu badan ikan.

Dalam penelitian ini kami membuat kotak pendingin yang terbuat dari styrofoam dengan bantuan alat seperti solar cell, battery, fan, heatsink, dan thermoelectric atau peltier. Kami menganalisa heatsink variable 8 x 10cm, 9 x 10 cm, serta 10 x 12 cm selama 1 jam, 2 jam, serta 3 jam.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini pada variable 8 x 10 cm dengan waktu 1 jam, dengan waktu tersebut menghasilkan  $Q$  konveksi yang sama dengan  $Q$  radiasi. sehingga variable 8 x 10 lebih efektif dari pada variable yang lainnya.

Kata kunci : Kotak Pendingin Ikan

**PENDAHULUAN**

Disebabkan kotak pendingin berguna untuk menyimpan es atau minuman, banyak orang-orang menggunakan kotak tersebut untuk berbagai macam diantaranya untuk menyimpan daging, ikan, dan lain

sebagainya. Tingkat kesegaran ikan akan semakin cepat menurun atau ikan akan mudah membusuk pada suhu tinggi namun sebaliknya jika suhu rendah dapat

menghambat pembusukan (Suparno et al. 1993).

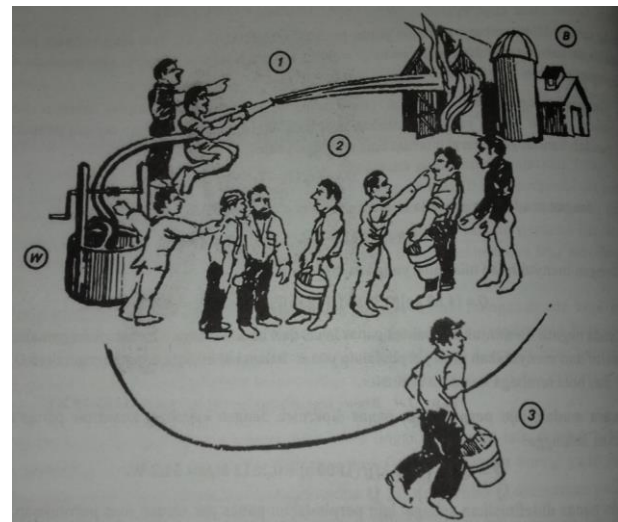
Maka dari pada itu banyak orang – orang berangsur menggunakan kotak pendingin untuk menyimpan ikan, karena didalam kotak pendingin dapat mengurangi bakteri pembusukan di suhu badan ikan. Dalam penerapannya orang-orang banyak menggunakan kotak pendingin jenis styrofoam karena ringan untuk dibawa kemanapun.

Maka maka dari itu kami selaku peneliti akan menggunakan kotak jenis styrofoam yang diberi variasi agar membantu orang-orang supaya tidak membawa es batu kemanapun. Oleh karena itu kami akan memberikan judul pada alat yang kami buat dan kami teliti yaitu “ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANFAATAN SOLAR CELL & LUAS HEATSINK TERHADAP SUHU KOTAK PENDINGIN IKAN”

### PERPINDAHAN PANAS (HEAT TRANSFER)

Perpindahan panas (*Heat Transfer*) adalah ilmu Yang mempelajari perpindahan energi pada suatu bahan yang terjadi karena adanya perbedaan (gradien) suhu. Di dalam termodinamika, perpindahan energi ini didefinisikan sebagai panas (*heat*). Tetapi, termodinamika hanya membicarakan sistem dalam keadaan keseimbangan (*equilibrium*). Termodinamika bisa digunakan untuk menaksir besarnya energi yang diperlukan untuk mengubah suatu sistem dari keadaan keseimbangan satu keadaan yang lain.

Ilmu perpindahan panas tidak hanya menerangkan bagaimana panas yang dihantarkan, tetapi juga menaksir laju penghantaran panas pada suatu kondisi tertentu. Dalam perpindahan panas, **laju** penghantaran panas menjadi tujuan analisis, hal inilah yang membedakan perpindahan panas dengan termodinamika. Ada tiga mode perpindahan panas, yaitu : **konduksi, konveksi** dan **radiasi**. Lienhard dan Lienhard [2002] memberikan ilustrasi menarik untuk ketiga mode perpindahan panas tersebut dengan menggunakan gambar proses pemadam kebakaran sebagai berikut.



Gambar 2-1. Aliran air untuk mengilustrasikan mode perpindahan panas:

1. Dengan pompa air dapat disemprotkan tanpa medium: menggambarkan perpindahan panas radiasi.
2. Barisan orang secara bergantian memindahkan air dalam ember, untuk menggambarkan perpindahan panas konduksi.
3. Seorang berlari membawa ember, untuk menggambarkan perpindahan panas konveksi.

Apabila suatu gradien suhu terjadi pada suatu benda, maka akan terjadi perpindahan panas

dari daerah dengan suhu tinggi ke daerah suhu rendah. Kita katakan bahwa energi dipindahkan secara **Konduksi**. Besarnya laju aliran panas konduksi  $Q_{kond}$  (dalam W) dinyatakan dengan

$$: \quad Q_{kond} = -kA \frac{\Delta T}{L}$$

Apabila suatu benda padat berhubungan (kontak) dengan fluida yang berbeda suhunya, akan terjadi perpindahan panas (energi) secara **konveksi** dari benda bersuhu tinggi ke fluida bersuhu rendah (atau sebaliknya jika suhu fluida lebih tinggi).

Salah satu hukum dalam penghantar panas yang tertua adalah Newton, dalam hukum ini menyatakan *fluks panas* (heat flux) yang didefinisikan sebagai laju perpindahan panas per satuan ,pada suatu permukaan padat yang berhubungan dengan fluida ialah sebanding dengan perbedaan suhu permukaan benda padat  $T_s$  dan suhu fluida keliling  $T_f$ .

$$q \propto A (T_s - T_f)$$

Dengan  $q$  adalah fluks panas. Jika kita memasukkan faktor kesebandingan, yaitu *koefisien perpindahan panas konveksi*  $h$ , maka besarnya aliran panas konveksi dapat dinyatakan sebagai:

$$Q_{konv} = h A (T_s - T_f)$$

Dengan satuan  $h$  adalah  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ,  $T_s$  dan  $T_f$  berturut-turut adalah suhu benda padat dan suhu fluida, dan  $A$  adalah luas bidang kontak antara benda padat dan fluida.

Radiasi berbeda dari konduksi dan konveksi karena radiasi tidak memerlukan media. Radiasi berlangsung cukup cepat [pada kecepatan cahaya] dan tidak mengalami atenuasi [pelemahan] dalam vakum. Juga, perpindahan panas radiasi dapat berlangsung pada benda padat, cair, maupun gas

## FAN (KIPAS)



Gambar 2 Fan

Digunakan untuk menghasilkan angin, fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegaran udara, ventilasi (exhaust fan), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Fan (Kipas) juga ditemukan dimesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan.

Fan disini adalah perpindahan kalor secara konvensi paksa. Kenapa perpindahan kalor konveksi paksa karena fan itu sendiri konveksi yang terjadi karena faktor luar dan perpindahan kalor yang dilakukan dengan sengaja atau dipaksakan.

## SOLAR CELL

Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltoic (PV). Efek ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.



Gambar 3 Solar cell

## HEATSINK



Gambar 4 Heatsink Aluminium

Heatsink adalah logam dengan design khusus yang terbuat dari aluminium(Al) atau tembaga(Cu)(bisa merupakan kombinasi dari kedua material tersebut) yang berfungsi untuk memperluas transfer panas dari prosesor.

Karena Heatsink terbuat dari aluminium(Al) maka disini terjadi proses perpindahan panas secara konduksi,karena heatsink hanya memindahkan zat tanpa disertai dengan memindahkan partikel-partikelnya.

## THERMO-ELECTRIC(TEC) ATAU PELTIER

Pendingin *Thermo-electric(TEC)*, juga sering disebut juga pendingin Peltier atau pendingin panas *solid-state* yang memanfaatkan efek Peltier untuk memindahkan panas. Saat TEC/Peltier dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lain, biasanya menghasilkan perbedaan panas sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  -  $70^{\circ}\text{C}$  dalam perangkat yang *high-end* dapat digunakan untuk mentransfer panas dari satu tempat ke tempat yang lain.

Prinsip pendinginan *Thermo-Electric* ini ditemukan pertama kali pada tahun **1834** oleh **Jean Peltier**, sehingga hasil penemuannya ini sering disebut "*Pendingin Peltier*" Apabila ada aliran arus listrik,maka akan disertai dengan panas hasil dari arus tersebut (*pemanasan Joule*).



Gambar 5 Peltier

## Arus Listrik



Gambar 6.Arus listrik

Arus listrik dapat didefinisikan sebagai muatan listrik yang mengalir per satuan waktu. Arus listrik terdiri atas dua jenis, yaitu

arus listrik searah (DC = *Direct Current*) dan arus listrik bolak-balik (AC = *Alternating Current*).

**PROSEDUR Pengujian**

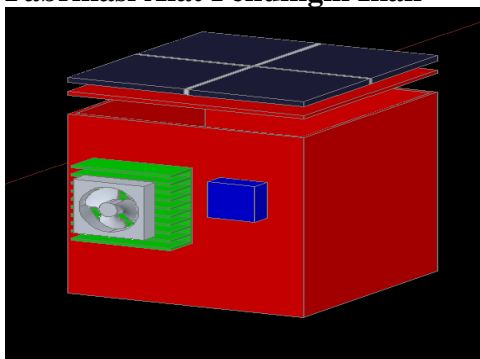
**Survey Lokasi**

Lokasi pengujian bertempat di pantai Kenjeran yang berada di Surabaya, Jawa Timur.

**Persiapan Alat Pengukuran dan Bahan**

No	Nama
1	Heatsink
2	Peltier
3	Solar Cell
4	Batterai
5	Controllor
6	Fan
7	Kotak Pendingin
8	Thermometer
9	Anemometer

**Fabrikasi Alat Pendingin Ikan**



Gambar 7. Desain alat Pendingin Ikan

**Pengambilan Data**

Setelah rangkaian kotak pendingin ikan di pasang kemudian di dapat hasil percobaan :

1. Variabel heatsink 8x10 cm pada 1jam=16<sup>0</sup>C. 2jam=10<sup>0</sup>C.3jam=4<sup>0</sup>C.
2. Variable heatsink 9x10 cm pada 1jam=21<sup>0</sup>C.2jam=11<sup>0</sup>C.3jam=5<sup>0</sup>C.
3. Variabel heatsink 10x12 cm pada 1jam=24<sup>0</sup>C.2jam=13<sup>0</sup>C.3jam=7<sup>0</sup>C.

Langkah pertama menghitung daya radiasi pada solar cell, karena permukaan solar cell berwarna hitam maka perhitungan menggunakan Hukum Stefan-Boltzmann

$$\text{Rumus: } q = \epsilon\sigma A(T_2^4 - T_1^4)$$

Ket :

q = Daya radiasi (W)

A=Luas permukaan solar cell. P=0,6 m,

L=0,5 m. A = 0,03m<sup>2</sup>

$\sigma$  = Kostanta Stefan-Boltzmann (5,67 x 10<sup>-8</sup> W/m<sup>2</sup>k<sup>4</sup>)

$\epsilon$  = Emisivitas (benda hitam  $\epsilon = 1$ )

T<sub>1</sub> = Suhu Lingkungan (K)

T<sub>2</sub> = Suhu Permukaan Pada Solar Cell (K)

Jawab:

$$T_1 = 34 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow 34 + 273 = 307 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 40 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow 40 + 273 = 313 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{radiasi}} &= \epsilon\sigma A (T_2^4 - T_1^4) \\ &= 1 \times (5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4) \times 0,03\text{m}^2 \\ &\quad (313^4\text{K} - 307^4\text{K}) \\ &= 1,216 \text{ W} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan telah ditemukan q radiasi selama 1 jam adalah 1,216 W .

- Langkah kedua untuk menghitung laju perpindahan panas konveksi digunakan rumus  $Q_{\text{konveksi}} = hA(T_\infty - T_s)$
- Sebelum menghitung laju perpindahan panas tentukan koefisien konveksi (h) terlebih dahulu.

Didapat data suhu luar(T<sub>∞</sub>),suhu T<sub>s</sub>,kecepatan udara (V<sub>∞</sub>), sebagai berikut:

$$T_\infty = 35,9 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow 309 \text{ } ^\circ\text{K}$$

T<sub>s</sub> = Suhu Udara yang ada di dalam cooling box

$$V_\infty = 12 \text{ knot} \rightarrow 6,37 \text{ m/s} \quad (1 \text{ knot} \rightarrow 0,51 \text{ m/s})$$

(Pengukuran menggunakan alat Anemometer)

$$T_\infty = 35,9 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow 309 \text{ } ^\circ\text{K}$$



Tabel C.5b Sifat-sifat udara (satuan SI)

T, K	$c_p$ , J/(kg·K)	$\mu$ , kg/(m·s)	$\nu$ , m <sup>2</sup> /s (1 atm)	$k$ , W/(m·K)
100	$1,0266 \times 10^3$	$0,6924 \times 10^{-5}$	$1,923 \times 10^{-6}$	0,009246
150	1,0099	1,0283	4,343	0,013735
200	1,0061	1,3289	7,490	0,01809
250	1,0053	1,488	9,49	0,02227
300	1,0057	1,983	15,68	0,02624
350	1,0090	2,075	20,76	0,03003
400	1,0140	2,286	25,90	0,03365
450	1,0207	2,484	28,86	0,03707
500	1,0295	2,671	37,90	0,04038
550	1,0392	2,848	44,34	0,04360
600	1,0551	3,018	51,34	0,04659
650	1,0635	3,177	58,51	0,04953
700	1,0752	3,332	66,25	0,05230
750	1,0856	3,481	73,91	0,05509
800	1,0978	3,625	82,29	0,05779
850	1,1095	3,765	90,75	0,06028
900	1,1212	3,899	99,3	0,06279
950	1,1321	4,023	108,2	0,06525
1000	1,1417	4,152	117,8	0,06752
1100	1,160	4,44	138,6	0,0732
1200	1,179	4,69	159,1	0,0782
1300	1,197	4,93	182,1	0,0837
1400	1,214	5,17	205,5	0,0891
1500	1,230	5,40	229,1	0,0946
1600	1,248	5,63	254,5	0,100

Tabel Incropera.1

Jawab :

Bilangan Prandtl

$$Pr = \frac{v}{a} = \frac{\mu \cdot Cp}{k}$$

Keterangan :

- $\nu$  = Viskositas kinematis (m<sup>2</sup>/s)
- $\alpha$  = Penyerapan panas (m<sup>2</sup>/s)
- $\mu$  = viskositas dinamis (kg/m.s)
- $Cp$  = Panas Spesifik (J/kg.K)
- $k$  = koef perpindahan panas (W/m.K)

$\mu$  (Kg/m.s) → Hasil Interpolasi dari Tabel Incropera

300	1,0057
309	1,0063
350	1,0090

(W/m.K) → Hasil Interpolasi dari Tabel Incropera

300	0,02624
309	0,02692
350	0,03003

$Cp$  (J/Kg.K) → Hasil Interpolasi dari Tabel Incropera

300	1,983
309	2,000
350	2,075

$$Pr = \frac{v}{a} = \frac{\mu \cdot Cp}{k}$$

$$Pr = \frac{1,0063 \cdot 2,000}{0,02692} = 74,762$$

Hasil dari perhitungan bilangan Prandtl adalah 74,762

Mencari bilangan Reynold untuk mencari nilai koefisien kalor (h)

Bilangan Reynold

$$Re = \frac{V_{\infty} \delta}{\nu}$$

$Re$  = Bilangan Reynold

$V_{\infty}$  = Kecepatan Udara 12 knot = 6,37 m/s (1 knot → 0,51 m/s)

$\delta$  = Keliling Karakteristik Permukaan Styrofoam (m)

$\nu$  = viskositas kinematis (m<sup>2</sup>/s)

$\nu$  (m<sup>2</sup>/s) → Hasil Interpolasi dari Tabel Incropera

300	15,68
309	16,59
350	20,76

$$Re = \frac{V_{\infty} \delta}{\nu}$$

$$= \frac{(6,37 \text{ m/s})(1,8 \text{ m})}{16,59 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,691 \text{ (Aliran Laminer)}$$

Angka ini adalah tipe aliran laminer dan koefisien perpindahan panas rata-rata dihitung dengan:

$$C_f = 1,328 Re_L^{-0,5} = 1,328 (0,691)^{-0,5} = 1,597$$

Gaya gesekan yang bekerja pada lempeng persatuan lembar menjadi

$$F_D = C_f A \frac{\rho V_{\infty}^2}{2}$$

$C_f$  = Koefisien perpindahan panas rata-rata

$A$  =  $wL$  adalah luas permukaan rata dengan lebar  $w$  dan panjang  $L$ .

$V_{\infty}$  = Kecepatan udara yang dihasilkan Fan  
 $\rho$  = Density / Massa Jenis Styrofoam ( $\text{Kg/m}^3$ )

$\rho =$	0,046
Density / Massa Jenis Styrofoam ( $\text{Kg/m}^3$ )	$\text{Kg/m}^3$

Didapat dari Tabel Incropera (Typical Properties at 300 K)

$$F_D = C_f A \frac{\rho V_{\infty}^2}{2} = 1,597 \times 1,8 \text{ m}^2 \frac{(0,046 \text{ kg/m}^3)(6,37 \text{ m/s})^2}{2} = 0,123 \text{ N}$$

$$0,123 \text{ N} = 0,01 \text{ kg} \rightarrow (1 \text{ N} = 0,1 \text{ kg})$$

Angka Nusselt ditentukan dengan rumus kasus aliran laminar

$$Nu = \frac{hL}{k} = 0,664 Re^{0,5} Pr^{1/3} = 0,664 \times (0,691)^{0,5} \times (74,762)^{1/3} = 2,325$$

Jadi,

$$h = \frac{k}{L} Nu = \frac{0,02692 \text{ W/m}^2\text{K}}{1,8 \text{ m}} (2,325) = 0,034 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Telah ditemukan hasil Koefisien perpindahan kalor ( $h$ ) adalah  $0,034 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Setelah hasil dari koefisien perpindahan kalor ditemukan langkah selanjutnya menghitung  $Q$  konveksi

$$Q_{\text{konveksi}} \text{ untuk di Waktu percobaan 1 jam } (16,9^{\circ}\text{C} = 289,9^{\circ}\text{K})$$

$$Q = hA(T_{\infty} - T_s)$$

$$= 0,034 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \times 1,8 \text{ m}^2 [309 - 289,9]^{\circ}\text{K}$$

$$= 1,168 \text{ W}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Sehingga harga yang mendekati dengan harga laju panas radiasi adalah variable  $8 \times 10 \text{ cm}$  di percobaan kedua dengan membutuhkan waktu 1 jam di peroleh data yaitu  $16,5^{\circ}\text{C}$  dengan hasil perhitungan yakni  $1,193 \text{ W}$ .

Dari variable luasan heatsink yang dipakai yaitu  $8 \times 10 \text{ cm}$ ,  $9 \times 10 \text{ cm}$ , dan  $10 \times 12$ . Luasan  $8 \times 10 \text{ cm}$  lebih cepat merambatkan laju panas menjadi pendinginan, dikarenakan suhu pendinginan merambat lebih cepat.

### Saran

Melihat dari penelitian diatas, perlu adanya penelitian lanjutan berkaitan dengan luasan heatsink untuk penelitian sebagai berikut:

- Perlu penelitian dengan menambahkan variasi luasan heatsink untuk mempengaruhi temperatur yang dihasilkan.
- Perlu menambah kecepatan fan untuk membandingkan temperatur atau suhu yang didapat.

## REFERENSI

- Agus Haryanto. 2015. Perpindahan Panas.  
 <URL: <http://pengertianahli.id/2014/01/pengertian-arus-listrik.html>  
 <URL: <https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya>.  
 <URL: <http://www.vedcmalang.com/pppptkb/oemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1292-mengenal-thermo-electric-peltier>  
 <URL: <https://engineeringmasakini.wordpress.com/2017/10/11/pengertian-arus-listrik-ac-dan-dc>