

# Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

JURNAL  
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 5

NOMOR 2

HAL.: 85 - 172

JULI 2017

**JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

VOLUME 5 No. 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

Juli 2017

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>KAJIAN PREFERENSI PENGGUNA JASA ANGKUTAN DARAT UNTUK PINDAH KE ANGKUTAN LAUT (Studi Kasus: Truk Angkutan Barang Jawa – Sumatera)</b> <i>Hariman Al Faritzie (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	85 – 93
<b>EVALUASI TINGKAT KECACATAN KEMASAN PUPUK DENGAN METODE SIX SIGMA</b> <i>Devie Oktarini, Irnanda Pratiwi, Selvia Aprilyanti (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	94 – 100
<b>ANALISA PENGGUNAAN KAWAT ELEKTRODA E 7016 UNTUK PENGELASAN OKSIASETILEN PADA BAJA ST45</b> <i>Bahrul Ilmi (Dosen Tek. Mesin Universitas IBA).....</i>	101 – 108
<b>ANALISA RUGI DAYA SALURAN PADA PENYULANG ARWANA SEBELUM DAN SETELAH PERBAIKAN MENGGUNAKAN ELECTRICAL TRANSIENT ANALYSIS PROGRAM (ETAP) 7.5.0 DI PT. PLN (PERSERO) AREA PALEMBANG</b> <i>Redho Hermawan, Dyah Utari Yusa Wardhani (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	109 – 118
<b>PERHITUNGAN WAKTU PENJADWALAN PEMBUATAN LORI ( Studi Kasus di PT S.A.U )</b> <i>Hermanto M.Z., Togar Partai Oloan, Herman Ahmad (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	119 – 126
<b>PENGARUH CAMPURAN AIR HUJAN DAN BAKING SODA TERHADAP GAS BUANG MOTOR BAKAR HONDA SUPRA FIT 100 CC</b> <i>Muhammad Amin Fauzie, Sukarmansyah, Iswahyudi (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	127 – 139
<b>ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK LENTUR CAMPURAN BETON DENGAN PENAMBAHAN RANTING BAMBU</b> <i>Ilmas Sulistyro Rofii, Indra S. Fuad, Wartini, Yules Pramona Z. (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	140 – 145
<b>SISTEM LEMARI PENDINGIN SAYURAN SEDERHANA DENGAN MEDIA ES BATU</b> <i>Abdul Muin (Dosen Tek. Mesin UTP) .....</i>	146 – 151
<b>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KAIT TUNGGAL JENIS EYE HOOK DENGAN BEBAN 0,5 TON</b> <i>Zulkarnain Fatoni, M. Lazim (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	152 – 161
<b>ANALISIS PENGARUH REKRUTMEN DAN PENGEMBANGAN KARIR TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT. KARYATAMA SAVIERA PALEMBANG</b> <i>Tolu Tamalika (Dosen Tek. Industri UTP).....</i>	162 – 172

## SISTEM LEMARI PENDINGIN SAYURAN SEDERHANA DENGAN MEDIA ES BATU

*Abdul Muin*<sup>18</sup>  
amuin@gmail.com

**Abstrak:** Mesin pendingin memerlukan listrik dan tidak semua rumah tangga mempunyai mesin pendingin atau kulkas. Sehingga bagi warung-warung sayur memerlukan system pendingin yang simple dan tidak menggunakan energy listrik. Maka dari itu diperlukan perancangan sistem lemari pendingin sayuran sederhana dengan media es batu, yang tidak menggunakan listrik dan sangat ekonomis di samping bisa membantu masyarakat untuk menyimpan sayurannya agar tidak rusak dan cepat membusuk. Disini diuji Sistem pendingin dengan media es batu untuk menghasilkan udara dingin di dalam lemari untuk mendinginkan sayuran. Pengujian yang dilakukan berapa lama es batu akan mencair, menghitung suhu dingin maksimum yang dihasilkan pada ruang pendingin tersebut, menghitung efisiensi dan membandingkan sayuran yang di simpan dalam ruang pendingin dengan sayuran yang berada di udara terbuka. Dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh rata-rata peleburan es hari pertama 34,161 Watt, hari ke-2 26,1253 Watt dan hari ke-3 27,3744 Watt. Efisiensi alat terbesar diperoleh 40,02% yaitu pada hari ke dua.

**Kata kunci:** lemari pendingin sayuran, es batu, peleburan es dan efisiensi.

**Abstract:** The cooling machine needs electricity and not all households have a cooling machine or refrigerator. So for the food stalls require a simple cooling system and do not use electrical energy. Therefore it is necessary to design a simple cabinet refrigeration system, which does not use electricity, economical in addition to helping the community to keep the vegetables to be not damaged and quickly rot. Here tested Cooling system with ice cube media to produce cold air in the cabinet to cool vegetables. Measurement testing how long the ice cube will melt, calculates the maximum cold temperature generated in the cooling chamber, calculates the efficiency and compares the vegetables stored in the refrigerator with the vegetables in the open air. From the test results and calculations obtained the average first day ice melt 34.161 Watt, the second day 26.1253 Watts and the 3rd day 27.3744 Watts. The greatest appliance efficiency is 40.02% ie on the second day.

**Keywords:** vegetable refrigerators, ice cubes, ice melting and efficiency.

<sup>18</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Perkembangan zaman yang disertai perkembangan ilmu pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dewasa ini menciptakan era globalisasi dan keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta di dalamnya. Seseorang dituntut harus mampu menguasai IPTEK serta mampu mengetahui dampak kemajuan teknologi tersebut yang telah banyak kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari. Di lingkungan sekitar kita banyak sekali dijumpai alat-alat/mesin-mesin hasil kemajuan teknologi sebagai penunjang kebutuhan hidup bagi manusia, seperti contoh pemakaian *freezer* atau kulkas untuk penyimpanan bahan-bahan makanan/sayuran/ikan/minuman dan lain sebagainya agar bahan tersebut awet dan tahan lama.

Sayuran adalah salah satu kebutuhan hidup manusia yang memiliki ketahanan yang rendah

dan mudah rusak jika dibiarkan saja di udara terbuka atau suhu kamar. Untuk membuat awet dan tidak mudah rusak, maka sayuran tersebut harus dimasukan ketempat yang dingin (lemari pendingin) yang tertutup. Dengan disimpannya sayuran di dalam lemari pendingin, sayuran akan menjadi tetap segar dan tidak layu. Bagi pedagang warung-warung kecil sayuran yang segar akan tetap bisa dijual, untuk itu warung-warung tersebut membutuhkan lemari pendingin untuk penyimpanan.

Kendala utama yang dihadapi para konsumen dan para pedagang sayuran kalangan bawah pada saat ini adalah pada penggunaan lemari pendingin (kulkas), karena terkendala oleh besarnya biaya listrik yang setiap bulan harus mereka membayar.

Untuk mengatasi hal tersebut disini dilakukan pengujian penyimpanan sayuran di lemari pendingin tanpa menggunakan listrik, karena akan lebih ekonomis bagi para pedagang yang ingin menyimpan sayurannya agar tetap segar dan tidak rusak. Lemari pendingin yang

dimaksud adalah lemari pendingin dengan menggunakan media pendingin es batu untuk menghasilkan kesejukan didalam sebuah lemari tertutup.

Es batu adalah air yang membeku, pembekuan ini terjadi bila air didinginkan di bawah  $0^{\circ}\text{C}$  ( $273.15\text{K}$ ,  $32^{\circ}\text{F}$ ) pada tekanan atmosfer. Maka secara teoritis pada prinsipnya es batu dapat digunakan sebagai media pendingin.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Es Batu

Es batu banyak macam bentuknya dari ukuran kecil hingga besar, yang bisa ditambahkan untuk minuman dingin. Fisikawan Amerika *John Gorrie* membuat sebuah kulkas pada tahun 1844 dengan perlengkapan pendingin udara, ia menggunakan es batu untuk menurunkan temperatur ruangan dalam kulkas tersebut.

### Mesin Pendingin (*Refrigerator*)

Mesin pendingin (*refrigerator*) merupakan alat yang berfungsi untuk memompakan panas dari ruangan bersuhu rendah ke ruangan bersuhu tinggi. Mesin pendingin (*refrigerator*) atau kulkas, terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator, pipa kapiler atau katup ekspansi, filter, thermostat, heater, dan kipas.

Sesuai dengan kegunaannya mesin pendingin terdiri dari beberapa jenis antara lain :

1. Refrigerator untuk keperluan industri.
2. Lemari es atau kulkas.
3. Freezer (Pembekuan atau pendingin makanan dan minuman).
4. Penyejuk ruangan (*AC* atau *Air Conditioning*).
5. Dispenser (untuk menghasilkan air panas dan dingin).

### Lemari Pendingin Media Es Batu

Kegunaan utama dari alat pendingin sayuran menggunakan media es batu ini adalah untuk menjaga sayuran agar tetap segar. Jika tempat penyimpanan sayuran tidak diberi suhu dingin, maka sayuran tersebut akan cepat rusak dan membusuk dengan waktu yang lebih cepat, maka dibutuhkan alat pendingin untuk sayuran yang ekonomis, praktis dengan tanpa menggunakan energi listrik.

### Prinsip Kerja Lemari Pendingin

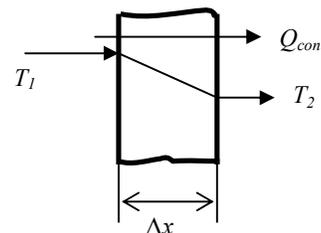
Prinsip kerja alat pendingin ini adalah dengan meletakkan bongkahan es batu dibagian atas lemari yang tertutup rapat, kemudian setelah beberapa lama udara disekitar es batu menjadi dingin. Akibat pendinginan ini kerapatan udara membesar dan berat sehingga udara dingin ini mengalir ke bawah, dimana dibagian bawah ini terdapat beberapa rak untuk letak sayuran dan akhirnya seluruh ruangan menjadi dingin termasuk sayuran-sayuran yang terletak di rak-rak.

### Perpindahan Panas

Laju Perpindahan panas suatu benda tergantung dari suhu benda. Panas berpindah dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat bersuhu rendah. Bahan yang dapat menghantarkan panas disebut konduktor, misalnya besi, baja, tembaga, seng, dan aluminium. Sedangkan penghantar yang kurang baik atau penghantar yang buruk disebut isolator, misalnya kayu, kaca, wol, kertas dan plastik (bukan logam). Apabila di tinjau dari cara perpindahannya, maka laju perpindahan panas dapat dibedakan yaitu :

1. Konduksi (hantaran)

Konduksi adalah perpindahan panas melalui zat perantara, dimana zat perantara ini tidak ikut berpindah (bergerak). Contohnya jika membakar salah satu ujung besi maka lama kelamaan ujung yang lain akan ikut panas, hal ini terjadi karena adanya rambatan energy antara molekul satu dengan molekul lain dalam benda zat tersebut



Gambar 1 Konduksi hantaran panas melalui bidang dinding datar

Berdasarkan eksperimen laju perpindahan panas konduksi pada bidang datar seperti diatas, untuk ketebalan  $\Delta x = L$  dan bidang perpindahan panas  $A$  dan selisih suhu melalui dinding adalah  $\Delta T = T_1 - T_2$ , adalah :

$$Q_{con} = - k \cdot A \cdot \Delta T / d x$$

5. Perpindahan Panas Laten ( $Q_L$ )

$$Q = \dot{m}L$$

Dimana :

$\dot{m}$  = massa media pendingin.

L = panas peleburan es.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat Penelitian

Penelitian atau pengujian dilakukan ditempat tertutup dan tidak terkena panas matahari. Lokasi penelitian di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

### Peralatan dan Alat Ukur

Peralatan yang digunakan untuk pengujian ini adalah lemari pendingin yang terbuat dari aluminium ukuran 40 x 39 x 60 (cm), dengan tebal isolasi panas 1 cm. lemari pendingin ini di dibagian atasnya terdapat wadah es batu dan di bawahnya tersusun rak-rak sayuran.



Gambar 4 Lemari Pendingin Media Es Batu

## Prosedur Pengujian

### A. Pemeriksaan Peralatan

Pemeriksaan seluruh peralatan uji dan perlengkapannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut :

1. Menyiapkan ruang tempat dilaksanakannya pengujian
2. Memeriksa dan memastikan komponen lemari pendingin terpasang dengan baik sesuai perencanaan.
3. Memastikan bahan yang akan diuji dalam keadaan utuh dan segar.
4. Memeriksa perlengkapan alat ukur dan media pendukung lain untuk kelancaran penelitian.
5. Memeriksa dan memastikan seluruh peralatan ukur yang akan digunakan

dalam pengambilan data berfungsi dengan baik sesuai standar.

## B. Pengujian

Adapun langkah untuk melakukan pengujian adalah sebagai berikut :

1. melakukan pengukuran suhu awal di dalam lemari pendingin, dinding luar dan suhu ruangan penelitian dengan menggunakan termokopel.
2. Masukkan media pendingin (es batu) ke dalam lemari pendingin. Lalu memasukkan sayuran (bayam) ke dalam alat uji dengan kapasitas yang cukup.
3. Mengukur suhu setiap 15 menit di dalam lemari pendingin.
4. Mengukur laju peleburan es batu yang mencair pada setiap 15 menit dan menambah es batu jika hampir habis.

## C. Pengambilan Data.

Dalam pengujian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data :

1. Pengambilan data-data awal sebelum pengujian
2. Pengambilan data-data berikutnya secara berkala dengan kelang waktu 15 menit dari pukul 09.00 Wib sampai pukul 15.00 Wib selama 3 hari.

## HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

### Data Hasil Pengujian

Data pengujian yang diambil adalah temperatur ruang, temperatur dinding dalam dan luar lemari.

Data Hari 1 pengujian :

Waktu (Menit)	$T_1$ (°C)	$T_d$ (°C)	$T_{rE}$ (°C)	$T_{rr}$ (°C)	Air (ml)
08:30	30,1	30,0	29,9	30,0	-
09:00	31,2	30,1	23,9	25,8	260
09:30	31,0	29,5	25,6	26,1	181
10:00	31,2	29,3	24,2	26,2	163
10:30	31,3	29,4	25,9	26,4	162
11:00	33,1	32,1	26,3	26,1	180
11:30	33,5	32,2	26,9	27,8	141
12:00	31,6	30,0	24,6	25,6	220
12:30	31,2	30,6	24,8	25,5	180
13:00	32,3	29,9	25,7	26,0	160

Frank P. Incroper, 2002, “ *Fundamental of Heat and Mass Transfer* “, Fifth Edition. Jhon Wiley & Sons. New York.

Hasan, Syamsuri dkk. 2008. “*Sistem Refrigerasi Dan Tata Udara*”, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Latent\\_Heat](https://en.wikipedia.org/wiki/Latent_Heat).  
Diakses pada tanggal 15 September 2015  
pukul 15.49 Wib.

H. P. G arg, J. Prak ash, 2000, Solar Energi Fundamentals and Application. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.

N.V. Suryanarayana, 2003, “ *Design and Simulation of Thermal Systems* “, Mc Graw Hill.

Samudro, Abdurrachim, 1990, “*Pengantar Konversi Energi*”. Laboratorium Termodinamik, PAU ITB Bandung.

Yunus A Cancel, 2003 “ *Heat Transfer A Practical Approach* “. Internal Edition, McGraw-Hill Companies, Inc, New York.

Dimana :

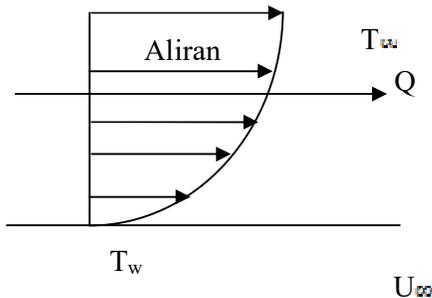
$Q_{con}$  = Laju perpindahan panas (W)  
 $k$  = Konduktivitas termal bahan  
 ( $W/m^2C$ ).

$\Delta T/dx$  = Gradien suhu pada aliran panas  
 ( $^{\circ}C$ ).

$A$  = Luas bidang perpindahan panas  
 ( $m^2$ )

2. Konveksi (aliran)

Perpindahan panas secara konveksi terjadi pada zat cair dan gas. Perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya perbedaan massa jenis dalam zat tersebut. Perpindahan panas yang diikuti oleh perpindahan partikel-partikel zatnya disebut konveksi. Perpindahan panas secara konveksi terjadi melalui aliran zat, misalnya es batu yang mencair dalam air panas.



Gambar 2 Perpindahan panas konveksi pada permukaan sebuah plat

Bila di dalam proses perpindahan panas konveksi,  $T_w$  adalah suhu pada benda plat dan  $T_{\infty}$  adalah suhu fluida dan apabila kecepatan diatas plat adalah nol maka panas hanya dapat berpindah dengan cara konduksi, akan tetapi apabila fluida diatas plat bergerak dengan kecepatan tertentu, maka panas berpindah dengan cara konveksi yang mana gradien suhu bergantung dari laju fluida membawa panas. Sedangkan laju perpindahan panas dipengaruhi oleh luas permukaan perpindahan panas ( $A$ ) dan beda suhu menyeluruh antara permukaan bidang dengan fluida dapat dirumuskan :

$$Q = h \cdot A \cdot dt$$

Dimana :

$Q$  = aliran panas (watt)  
 $h$  = Koefisien konveksi ( $watt/m^{\circ}C$ )  
 $A$  = luas bidang permukaan panas ( $m^2$ )  
 $dT$  = ( $T_w - T_{\infty}$ ) perbedaan suhu ( $^{\circ}C$ )

3. Radiasi (pancaran)

Energi matahari dapat sampai ke bumi melalui pancaran atau radiasi, kita ketahui bahwa antara matahari dengan bumi terdapat ruangan berupa ruang hampa, sehingga panas dari matahari sampai ke bumi tanpa melalui zat perantara.

Radiasi adalah perpindahan panas tanpa zat perantara. Dalam peristiwa radiasi, panas berpindah melalui perantara gelombang cahaya.

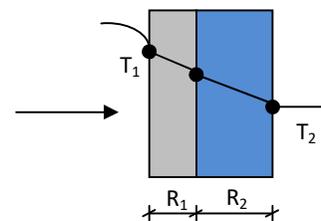
$$Q_{rad} = \epsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

Dimana :

$T$  = suhu mutlak benda (K).  
 $\epsilon$  = emisivitas perpindahan panas mutlak  
 $\sigma$  = konstanta Stefan bolzman  
 ( $5,669 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$ )  
 $T_s$  = kondisi permukaan benda.  
 $T_{sur}$  = daerah sekeliling

4. Perpindahan Panas Gabungan

Pada dinding datar dimana pada salah satu sisinya terdapat fluida panas A, dan pada sisi lainnya terdapat fluida B yang lebih dingin, maka akan terjadi proses perpindahan panas. Proses perpindahan panas dapat digambarkan dengan model jaringan tahanan, perpindahan panas gabungan dihitung dengan jalan membagi benda suhu menyeluruh dengan jumlah tahanan termal.



Gambar 3 Perpindahan panas gabungan melalui dinding datar

Besar laju panas gabungan melalui dinding datar dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini :

$$Q = \frac{T_2 - T_1}{\epsilon R_{tot}}$$

Data Hari 2 pengujian :

Waktu (Menit)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>d</sub> (°C)	T <sub>rE</sub> (°C)	T <sub>rr</sub> (°C)	Air (ml)
08:30	31,2	29,8	29,8	29,7	-
09:00	30,9	28,7	23,8	25,9	100
09:30	39,7	26,0	22,8	24,6	201
10:00	31,9	27,0	23,7	25,1	160
10:30	30,7	28,1	23,8	25,3	150
11:00	31,1	29,9	25,7	26,9	143
11:30	31,8	30,6	36,4	27,6	143
12:00	31,4	29,9	24,5	26,2	160
12:30	32,3	30,0	25,5	26,8	163
13:00	31,6	30,2	25,3	26,5	190

Data Hari 3 pengujian :

Waktu (Menit)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>d</sub> (°C)	T <sub>rE</sub> (°C)	T <sub>rr</sub> (°C)	Air (ml)
08:30	30,7	28,2	29,6	29,6	-
09:00	30,8	27,8	19,0	24,3	130
09:30	30,8	28,5	18,2	24,6	120
10:00	31,2	28,4	18,5	25,0	140
10:30	31,5	29,4	16,0	26,1	160
11:00	30,8	28,3	19,0	24,0	156
1:30	31,9	29,5	19,1	24,5	130
12:00	32,3	30,2	19,6	25,8	131
12:30	32,2	29,8	17,7	25,0	180
13:00	31,7	29,3	17,1	24,8	170

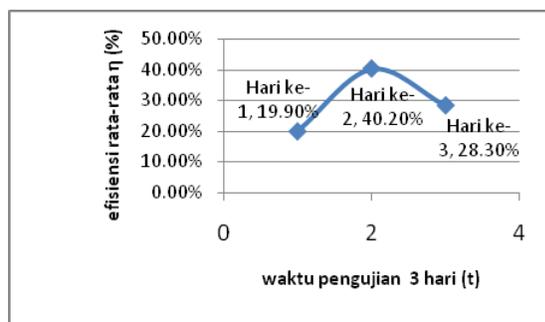
**Data Hasil Perhitungan Pengujian**

Dari data hasil pengujian dilakukan perhitungan terhadap kinerja lemari pendingin, hasil peritungan ditunjukkan dalam table-tabel dibawah ini :

**A. Tabel Hasil Analisa Perhitungan**

Pengujian	Q d (W)		Q k (W)		Q <sub>L</sub> (W)	m <sub>es</sub> (Kg)	η (%)
	Q <sub>da</sub>	Q <sub>db</sub>	Q <sub>ka</sub>	Q <sub>kb</sub>			
I	0,96	3,17	17,22	21,82	34,16	0,18	19,9
II	0,97	4,79	25,03	31,74	26,123	0,15	40,2
II	1,95	6,45	12,20	15,47	27,37	0,14	28,3

**B. Grafik Efisiensi Hasil Perhitungan**



**C. Analisa Pengujian**

Dari hasil pengujian lemari pendingin dengan media es batu yang mendinginkan sayuran

bayam selama 3 hari, mengalami sedikit perubahan pada tampilan. Sedangkan pada tampilan sayuran yang berada di ruangan terbuka mengalami pengeringan dan membusuk seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5 Sayuran dalam pengujian hari ke-3

Gambar sebelah kiri adalah sayuran yang disimpan pada lemari pendingin, sedangkan yang sebelah kanan berada di udara terbuka pengujian dilakukan selama 3 hari. Terlihat sayuran yang berada di sebelah kanan mengalami penyusutan menjadi kecil dan kering. Sebaliknya sayuran yang berada di sebelah kanan masih cukup segar, karena di simpan dalam lemari pendingin.

**KESIMPULAN**

Dari pengujian yang telah di laksanakan, maka dapat di simpulkan bahwa :

1. Isolasi Styrofoam merupakan isolasi yang cukup baik karena material yang bersifat tidak menyerap air.
2. Rata-rata peleburan es hari pertama 34,161 Watt, hari ke-2 26,1253 Watt dan hari ke-3 27,3744 Watt.
3. Efisiensi yang terbesar yang mampu dicapai alat adalah 40,02%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Archie W. Culp, Jr., Darwin Sitompul, 1991 Prinsip Prinsip Konversi Energi, Penerbit Erlangga.

Cengel A. Yunus, 2013, "Heat Transfer", Mc Graw Hill, Second Edition, Amerika.

Frank Kreith, Arko Prijono, 1985 "Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas", Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga.