



**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN SEDERHANA SAYURAN DENGAN MEDIA ES**  
Marthin Luther King<sup>1\*)</sup>, Iskandar Badil<sup>2</sup>, Sudiadi<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang, Indonesia

<sup>3</sup>STIMIK MDP Palembang, Indonesia

<sup>\*</sup>Email: [fatilun@gmail.com](mailto:fatilun@gmail.com)

**INFORMASI ARTIKEL**

Submitted:  
28/05/2019

Revised:  
13/07/2019

Accepted:  
18/07/2019

Online-Published:  
29/07/2019

**ABSTRAK**

*Lemari pendingin adalah salah satu alat alternatif untuk menyimpan sayuran agar tidak cepat rusak dan membusuk yang sekarang ini banyak digunakan para pedagang sayuran ataupun ibu-ibu rumah tangga. Mesin pendingin Refrigerasi tentu memerlukan listrik sebagai lemari pendingin disamping tidak semua rumah tangga mempunyai alat pendingin atau yang biasa disebut kulkas. 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. Sistem pendingin ini bermula dari es batu sebagai media utamanya, yang menghasilkan udara dingin, yang berada di bagian atas rak sayuran lalu uap dingin tersebut akan turun kebawah dan menyebar ke seluruh ruang pendingin. Penelitian yang dilakukan berapa lama es batu akan mencair, menghitung suhu dingin maksimum yang dihasilkan pada ruang pendingin tersebut, mencari efisiensi dan membandingkan sayuran yg di simpan dalam ruang pendingin dengan sayuran yang berada di udara terbuka.*

**Katakunci:** rancang bangun, lemari pendingin, sayuran, es batu

**ABSTRACT**

*Refrigerators are one of the alternative tools for storing vegetables so that they are not quickly damaged and rot which is currently used by many vegetable traders or housewives. Refrigeration machines certainly require electricity as a refrigerator besides not all households have refrigerators or commonly called refrigerators. Therefore it is necessary to design a simple vegetable refrigerator system with ice cube media, which does not use electricity and is very economical in addition to helping the community to store the vegetables so that they are not damaged and rot quickly. This cooling system starts from ice cubes as the main medium, which produces cold air, which is at the top of the vegetable rack and the cold steam will drop down and spread throughout the cooling room. Research conducted on how long the ice cube will melt, calculating the maximum cold temperature produced in the cooling room, looking for efficiency and comparing vegetables stored in the cool room with vegetables in the open air.*

**Keywords:** : re-bulit, refrigerator, vegetable, ice cubes

© 2019 The Authors. Published by  
Turbulen: Jurnal Teknik Mesin.

doi:<http://dx.doi.org/10.36767%2Fturbulen.v2i1.522>

**1. PENDAHULUAN**

Perkembangan zaman yang disertai perkembangan ilmu pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dewasa ini menciptakan era globalisasi dan keterbarukan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta di dalamnya, dan menguasai IPTEK serta mampu mengetahui dampak kemajuan teknologi industri telah banyak dirasakan dalam kehidupan sehari-hari, di lingkungan sekitar kita telah banyak dipenuhi oleh hasil kemajuan teknologi sebagai

penunjang kebutuhan hidup bagi manusia seperti pemakaian freezer atau kulkas.

Sayuran adalah salah satu kebutuhan hidup manusia yang memiliki ketahanan yang rendah dan mudah rusak, jika disimpan di udara terbuka atau suhu kamar. Untuk membuat awet dan tidak mudah rusak, maka sayuran tersebut harus dimasukkan ketempat yang dingin dan tertutup. Dengan disimpennya sayuran di dalam lemari pendingin, sayuran akan menjadi tetap segar dan tidak layu. Sayuran yang segar akan menentukan harga jual dari

pada produk, untuk itu pedagang harus teliti dan melakukan penyimpanan sayurannya agar senantiasa selalu dalam keadaan segar. Kendala utama yang dihadapi para konsumen dan terkhusus untuk para pedagang sayuran pada saat ini adalah menggunakan lemari pendingin atau disebut juga dengan sebutan kulkas sebagai sarana mesin pendingin untuk menjaga kesegaran sayuran tersebut, tetapi mereka harus membayar listrik yang cukup besar untuk dapat menggunakan mesin itu. Untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan melakukan penyimpanan sayuran pada lemari pendingin yang selama ini dipergunakan sebagai penyimpanan minuman kaleng atau botol. Penulis merasa tertarik untuk membuat alat penyimpan sayuran tanpa menggunakan listrik, tentu akan lebih ekonomis bagi para pedagang yang ingin menyimpan sayurannya agar tetap segar dan tidak rusak, salah satunya adalah menggunakan media es batu untuk menghasilkan udara dinginnya.

Mesin pendingin merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan panas ruangan bersuhu rendah ke ruangan bersuhu tinggi. Salah satu mesin pendingin adalah refrigerator atau kulkas. Komponen refrigerator 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 (Arora, C. P. 2001.):

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).
6. Kipas angin penyejuk.

Secara umum alat pendingin adalah suatu rangkaian yang mampu bekerja untuk menghasilkan temperatur dingin (Hasan, Syamsuri dkk. 2008.). Alat pendingin biasanya berupa, freezer atau kulkas sebagai alat untuk tempat menyimpan sayuran agar lebih tahan lama dan tidak cepat rusak. Kegunaan utama dari alat pendingin sayuran menggunakan media es batu ini adalah untuk menjaga sayuran agar tetap segar, jika tempat penyimpanan sayuran tidak beri suhu dingin, maka sayuran tersebut akan cepat rusak dan membusuk dengan waktu yang lebih cepat. Maka dari itu sangatlah dibutuhkan sekali alat untuk pendingin sayuran, dengan alat pendingin menggunakan media es batu, yang akan lebih ekonomis dan praktis dan bisa membantu para konsumen dan pedagang sayuran, untuk alat penyimpanan sayurannya tanpa harus menggunakan

listrik. Lemari pendingin sayuran ini media utamanya adalah menggunakan es batu, untuk mendinginkan ruang pendingin sayuran yang terisolasi. Es batu ini terletak di bagian atas yang telah diberi lubang di belakang wadah es batu, lalu uap dingin tersebut akan turun kebawah dan meyebar ke seluruh ruangan yang telah diberi rak-rak sayuran. Penggunaan dari sistem tersebut salah satunya untuk penyimpanan dan pendistribusian dikarenakan sayur-sayuran sangat mudah membusuk sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk pengawetan. Salah satu metodenya adalah dengan pendinginan. Metode pendinginan dimaksudkan untuk membunuh kuman-kuman dan memperlambat proses penguraian alamiah sehingga dengan proses ini kondisi sayuran tersebut dapat bertahan sampai beberapa minggu.

Perpindahan panas suatu benda tergantung pada suhu benda, semakin tinggi suhu benda maka benda semakin panas (Cengel A. Yunus, 2013). Panas berpindah dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat bersuhu rendah. Bahan yang dapat menghantarkan kalor disebut konduktor kalor, misalnya besi, baja, tembaga, seng, dan aluminium (jenis logam). Adapun penghantar yang kurang baik atau penghantar yang buruk disebut isolator kalor, misalnya kayu, kaca, wol, kertas dan plastik (jenis bukan logam).

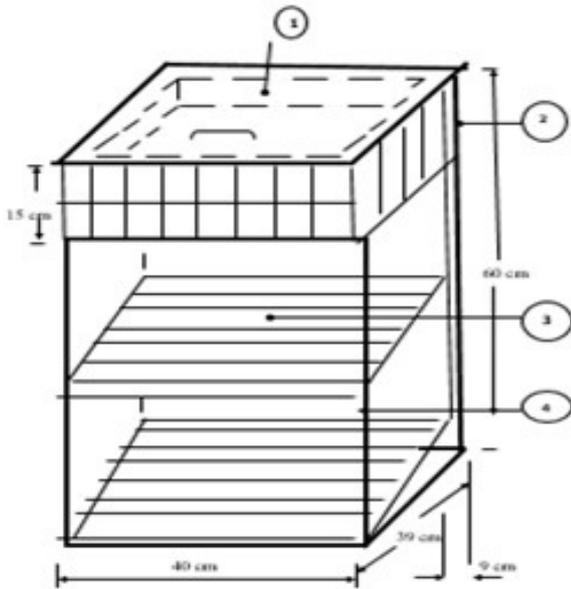
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang dilakukan dengan cara metode konstruktif alat dengan analisa hasil secara kuantitatif dan kualitatif. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 2.1. Model Perancangan

Dalam penulisan perancangan sistem lemari pendingin sayuran sederhana dengan media pendingin es batu, seperti gambar 1. Perancangan lemari pendingin sayuran di atas meliputi komponen utama yaitu sebagai berikut :

1. Bagian wadah es batu, beserta tutupnya yang berada di bagian atasnya.
2. Ruang untuk udara dingin dari atas turun kebawah, dan menyebar keseluruhan ruangan.
3. Rak-rak untuk meletakkan sayuran.
4. Dinding ruangan yang dilapisi dengan gabus, gunanya untuk isolasi udara agar tetap dingin.



Gambar 1. Rancangan Lemari Pendingin Sayuran

### 2.2. Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Pembuatan lemari pendingin sayuran dengan media es batu ini menggunakan alat-alat yang digunakan sebagai berikut :

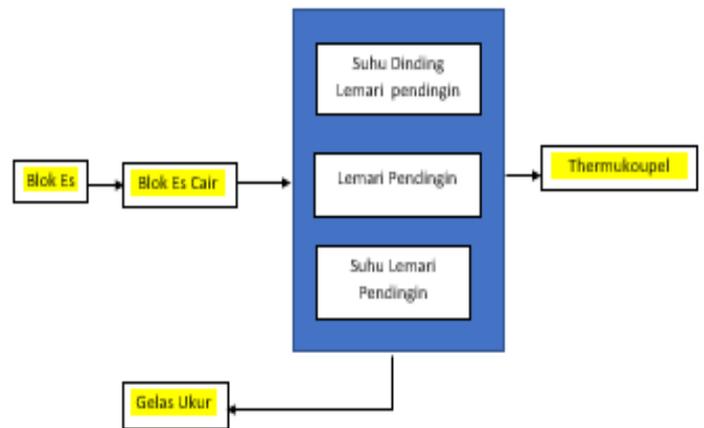
1. Mesin pemotong
2. Bor listrik
3. Meteran
4. Meteran siku
5. Termokoupelel
6. Neraca Digital
7. Gelas Ukur
8. Pensil .
9. Lem
10. Rivcter
11. keling.
12. Pisau
13. Lembaran Seng dan alumunium
14. Kaca
15. Pipa
16. Syrofoam

### 2.3. Pembuatan Alat

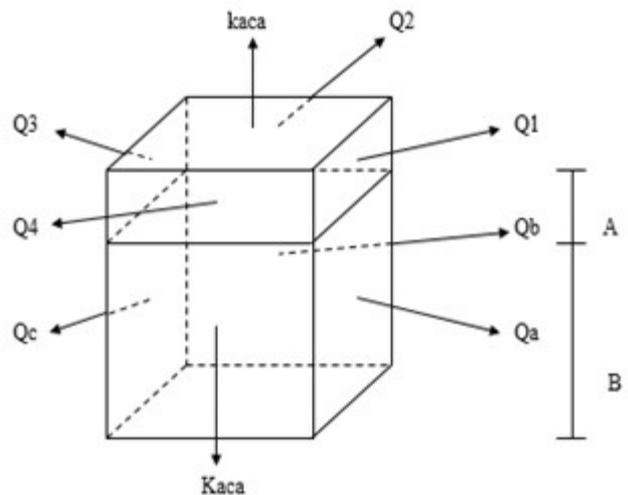
Dari hasil rancangan, kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan dengan hasil seperti pada gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Hasil rancang bangun Lemari pendingin



Gambar 3. Blok Diagram Model Perancangan Lemari Pendingin



Gambar 4. Bagian dinding lemari pendingin

Balans energi yang terjadi pada sistem lemari pendingin sayuran dengan media es batu, pada persamaan (1).

$$Q_{pes} = (Q_1+Q_2+Q_3+Q_4) - (Q_a+Q_b+Q_c)$$

Dimana :

$Q_{pes}$  = kalor untuk mendinginkan sayur  
 $Q_1$  = Kalor yang masuk melewati dinding bagian atas  
 $Q_a$  = Kalor yang masuk melewati dinding bagian bawah

#### 2.4. Kajian Terhadap Pendingin Sayuran

Kinerja lemari pendingin sayuran dengan media es batu ini di evaluasi untuk menguji berapa lama sayuran akan rusak, di banding sayuran yang di simpan pada udara terbuka. Besaran-besaran dan persamaan yang perlu di ketahui adalah sebagai berikut :

Perpindahan panas konveksi ( $Q_c$ )

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T \quad (2)$$

Dimana :

$Q$  = kalor yang dipindahkan( W )  
 $h$  = koefisien panas konveksi (  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$  )  
 $A$  = luas penampang (  $m^2$  )  
 $\Delta T$  = beda suhu.

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{dT}{dX} \quad (3)$$

Dimana :

$K$  = koef. Perpindahan panas konduksi (  $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$  ).  
 $\frac{dT}{dX}$  = kenaikan suhu (  $^\circ K$  ).

Perpindahan panas radiasi.

$$\epsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4) \quad (4)$$

Dimana :

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

Perpindahanpanasgabungan

$$Q = \frac{T_2 - T_1}{\epsilon R_{tot}} \quad (5)$$

$$R_{tot} = R_{conv, 1} + R_1 + R_2 + R_{conv, 2}$$

$$= \frac{1}{h_1 A} + \frac{L_1}{K_1 A} + \frac{L_2}{K_2 A} + \frac{1}{h_2 A}$$

Dimana :

$R$  = tahanan atau hambatan termal

Perhitungan Kerugian

KerugianKalor Pada Dinding Atas

$$Q_{da} = \frac{T_{dl} - T_{dd}}{\epsilon R} \quad (6)$$

Dimana :

$Q_{da}$  = panas yang dilepas pada dinding (W)  
 $T_{dl}$  = temperature dinding luar  
 $T_{dd}$  = temperature dinding dalam.

Kerugian Kalor Pada Dinding Bawah

$$Q_{db} = \frac{T_{dl} - T_{dd}}{\epsilon R} \quad (7)$$

Dimana :

$Q_{db}$  = panas yang dilepas pada dinding (w)

Kerugian Kalor Pada Kaca Bagian Atas

$$Q_{ka} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{KA}} \quad (8)$$

Peleburan Es

$$Q_{pes} = (Q_1+Q_2+Q_3+Q_4) - (Q_a+Q_b+Q_c) \quad (9)$$

Perhitungan Efisiensi ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{Q_{pes}}{Q_l} \quad (10)$$

Jumlah energi yang diterima Es

$$Q \text{ peleburan es} = m \cdot C \quad (11)$$

Dimana:

$m$  = jumlah es mencair  
 $C$  = kalor lebur es  
 Kalor lebur es = 336,000 (J/Kg)

#### 2.5. Prosedur Pengambilan Data

##### a. Pemeriksaan Peralatan Sebelum Pengujian

Pemeriksaan seluruh peralatan uji dan perlengkapannya merupakan langkah pertama yang harus dilakukan untuk menjaga keamanan dan keselamatan baik penguji maupun peralatan yang diuji. Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut :

1. Menyiapkan ruang tempat dilaksanakannya pengujian, senyaman mungkin untuk mendukung kesempurnaan penelitian.

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. Prosedur Pengujian**

Adapun langkah untuk melakukan pengujian pada lemari pendingin adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Obyek Yang Diuji dalam hal ini adalah Sayuran bayam. Karena sayuran ini terlalu cepat layu dan rusak di banding dengan sayuran lainnya.
2. Pengujian dilakukan 3 (tiga) hari untuk melihat perubahan pada sayur yang diuji tingkat kesegarannya
3. Melakukan pengukuran suhu awal di dalam lemari pendingin, dinding luar dan suhu ruangan penelitian dengan menggunakan termokopel.
4. Masukan media pendingin (es batu) ke dalam lemari pendingin, kemudian ukur temperatur dalam alat uji.
5. Lalu memasukkan sayuran ke dalam alat uji dengan kapasitas yang cukup.
6. Mengamati laju perpindahan panas pada alat uji dengan cara mengukur suhu setiap jamnya dan menampung cairan dari pembuangan alat uji.
7. Melakukan pengukuran es batu yang mencair pada setiap jamnya dan menambah es batu jika hampir habis.

**c. Pengumpulan Data Pengujian**

Setelah melakukan pengujian, data-data yang diperoleh akan dianalisa untuk dapat di simpulkan. Data-data yang diperlukan untuk analisa tingkat efektivitas dari lemari pendingin menggunakan isolasi gabus untuk mereduksi panas adalah sebagai berikut :

1. Temperatur ruang penelitian, temperatur dalam lemari pendingin dan temperatur dinding dengan interval waktu tertentu selama masa penelitian.
2. Jumlah cairan yang keluar dari alat uji selama penelitian.
3. Membandingkan kondisi sayuran dari lemari pendingin selama masa pengujian,

dengan kondisi sayuran yang ada di udara terbuka.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk analisa hasil menggunakan 3 hari pengujian untuk 1 obyek penelitian , yaitu 1 sampel untuk waktu prosesnya 7 jam dalam 1 (satu) hari.

Tabel 1. Diskripsi hasil pengujian

Tingkat Kesegaran	Keterangan
<p>Hari Pertama Pengujian</p> 	<p>Tekstur dan kesegaran sayuran masih terjaga, dan belum ada perubahan yang signifikan dari kondisi awal sebelum dilakukannya pengujian (Peleburan es masih sangat terjaga 95 %)</p>
<p>Hari Kedua Pengujian</p> 	<p>Tekstur dan kesegaran sayuran sedikit mengalami penurunan, dan adanya perubahan warna yang signifikan dari kondisi hari 1 (pertama) setelah dilakukannya pengujian dalam artian kelayakan masih terjaga (Peleburan es masih sangat terjaga 85 %)</p>
<p>Hari Ketiga Pengujian</p> 	<p>Tekstur dan kesegaran sayuran sedikit mengalami penurunan, dan adanya perubahan warna yang signifikan dari kondisi hari ke 2 (dua) setelah dilakukannya pengujian dalam artian kelayakan masih terjaga (Peleburan es masih sangat terjaga 70 %)</p>

Dari hasil pengujian juga didapatkan data-data sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian selama 3 hari

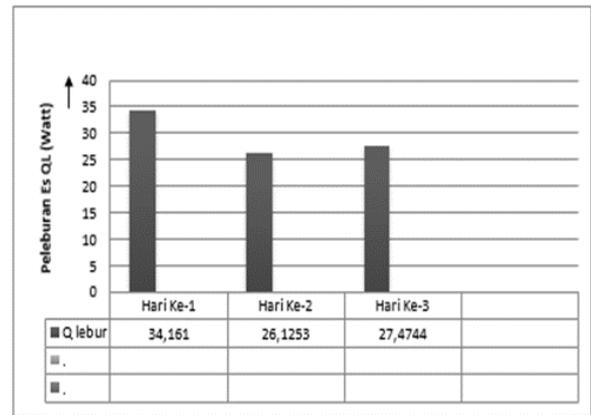
Data Pengujian hari ke-1						
Waktu	T <sub>luar</sub>	T <sub>dinding</sub>	T <sub>ruang Es</sub>	T <sub>ruang rak</sub>	Air ml	Air kg
08.30	30,1	30	29,9	30	-	-
09.00	31,2	30,1	23,9	25,8	260 ml	0,26
09.30	31	29,5	25,6	26,1	181 ml	0,181
10.00	31,2	29,3	24,2	26,2	163 ml	0,163
10.30	31,3	29,4	25,9	26,4	162 ml	0,162
11.00	33,1	32,1	26,3	26,1	180 ml	0,18
11.30	33,5	32,2	26,9	27,8	141 ml	0,141
12.00	31,6	30	24,6	25,6	220 ml	0,22
12.30	31,2	30,6	24,8	25,5	180 ml	0,18
13.00	32,3	29,9	25,7	26	160 ml	0,16

Data Pengujian hari ke-2						
Waktu	T <sub>luar</sub>	T <sub>dinding</sub>	T <sub>ruang Es</sub>	T <sub>ruang rak</sub>	Air ml	Air kg
08.30	31,2	29,8	29,8	29,7	-	-
09.00	30,9	28,7	23,8	25,9	100 ml	0,1
09.30	39,7	26	22,8	24,6	201 ml	0,201
10.00	31,9	27	23,7	25,1	160 ml	0,16
10.30	30,7	28,1	23,8	25,3	150 ml	0,15
11.00	31,1	29,9	25,7	26,9	143 ml	0,143
11.30	31,8	30,6	36,4	27,6	143 ml	0,143
12.00	31,4	29,9	24,5	26,2	160 ml	0,16
12.30	32,3	30	25,5	26,8	163 ml	0,163
13.00	31,6	30,2	25,3	26,5	190 ml	0,19

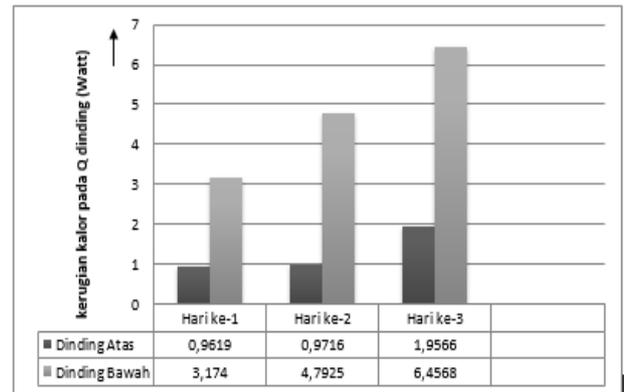
Data Pengujian hari ke-3						
Waktu	T <sub>luar</sub>	T <sub>dinding</sub>	T <sub>ruang Es</sub>	T <sub>ruang rak</sub>	Air ml	Air kg
08.30	30,7	28,2	29,6	29,6	-	-
09.00	30,8	27,8	19	24,3	130 ml	0,13
09.30	30,8	28,5	18,2	24,6	120 ml	0,12
10.00	31,2	28,4	18,5	25	140 ml	0,14
10.30	31,5	29,4	16	26,1	160 ml	0,16
11.00	30,8	28,3	19	24	156 ml	0,165
11.30	31,9	29,5	19,1	24,5	130 ml	0,13
12.00	32,3	30,2	19,6	25,8	131 ml	0,131
12.30	32,2	29,8	17,7	25	180 ml	0,18
13.00	31,7	29,3	17,1	24,8	170 ml	0,17

Tabel 3. hasil perhitungan rerata (3 hari)

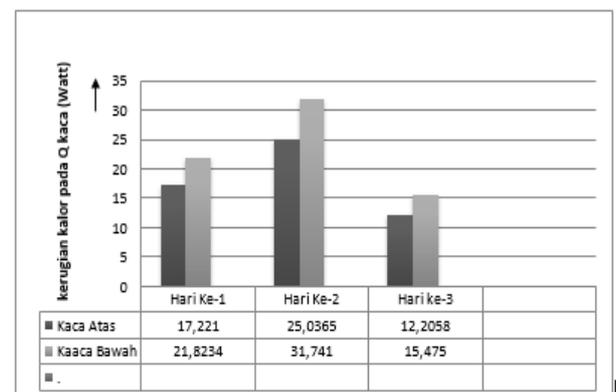
Pengujian	Q dinding (W)		Q kaca (W)		Q lebur Es (W)	Massa Es (Kg)	Efisiensi (%)
	Q <sub>da</sub>	Q <sub>db</sub>	Q <sub>ka</sub>	Q <sub>kb</sub>			
I	0,962	3,174	17,221	21,823	34,161	0,183	19,9
II	0,972	4,793	25,036	31,741	26,125	0,156	40,2
II	1,957	6,457	12,205	15,475	27,374	0,147	28,3



Gambar 5. Grafik Peleburan Es Batu



Gambar 6. Grafik Kerugian Kalor Pada Dinding



Gambar 7. Grafik Kerugian Kalor Pada Kaca

Setelah selesai proses pembuatan sistem pendingin, maka alat tersebut diuji kemampuannya dengan es batu sebagai media pendingin, disini dapat dilihat pada gambar 5,6 dan 7, menunjukkan adanya penurunan nilai peleburan es yang dipengaruhi nilai kerugian kalor pada dinding dan kaca, dinamakan untuk nilai kerugian kalor pada kaca baik pada bagian atas dan bawah lebih dominan dari pada dinding. Dan pada sisi bawah baik pada dinding dan kaca paling besar nilainya dibandingkan sisi atas, Maka alat tersebut diuji kemampuannya dengan es, dan dari alat tersebut dapat dilihat temperaturnya yang dihasilkan.

Pada tabel 3 rata-rata temperatur ruang es dan ruang rak sudah sesuai untuk tingkat kesegaran sayur selama 3 (tiga) hari dan temperatur yang diinginkan, sehingga sayur tersebut dapat dikatakan masih dalam keadaan segar dan masih ada nilai jual.

#### 4. KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Isolasi Styrofoam merupakan isolasi yang cukup baik karena material yang tidak menyerap air hasil peleburan es.
- Lemari pendingin ini diperoleh rata-rata peleburan es hari pertama 34,161 Watt, hari ke-2 26,1253 Watt dan hari ke-3 27,3744 Watt.
- Udara yang dibutuhkan sayuran kurang maksimal maka dari itu sayuran menyusut hampir sama dengan sayuran yang ada pada ruangan terbuka.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Jordan. R.C & Priester G.B. (1985). Refrigeration and Air Conditioning, Second edition, Tata McGraw-Hill, Inc., New Delhi.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc,1993. ASHRAE Handbook: FUNDAMENTAL, I-P Edition, Atlanta
- Arora, C. P. (2001). Refrigeration and Air Conditioning, Second edition, Tata McGraw-Hill, Inc., Singapore
- Hasan, Syamsuri dkk. 2008. "Sistem Refrigerasi Dan Tata Udara Jakarta,Departemen Pendidikan Nasional
- M. C. Ndukwu, S. I. Manuwa. Review of research and application of evaporative cooling in

preservation of fresh agricultural produce. Int J Agric & Biol Eng. Vol. 7 No.5 85, October, 2014

- O. Amer, R. Boukhanouf, and H. G. Ibrahim. A Review of Evaporative Cooling Technologies. International Journal of Environmental Science and Development. Vol. 6, No. 2, February 2015.
- Y. M. Xuan, F. Xiao, X. F. Niu, X. Huang, and S. W. Wang. Research and application of evaporative cooling in China: A review (I) - research. Renewable and Sustainable Energy Reviews. vol. 16, pp. 3535-3546. 2012.
- Z. Duan et al. Indirect evaporative cooling: Past, present and future potentials. Renewable and Sustainable
- B. Porumba, P. Ungureşana, L.F. Tutunaru, A. Şerban, M. Bălana. A review of indirect evaporative cooling technology. Energy Procedia 85 pp. 461 – 471, 2016
- Adebisi O W, Igbeka J C, Olurin T O. Performance evaluation of absorbent materials in evaporative cooling system for the storage of fruits and vegetables. International Journal of Food Engineering. 2009; 5(3): 1-15, 2009.
- Desi Purnamasari Perancangan Kotak Pendingin Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, 2017
- Wiludjeng Trisasiw, Bangunan Penyimpan Sayuran Menggunakan Sistem Pendingin Kombinasi Radiasi Dan Menara Pendingin Di Dataran Tinggi, 2002
- Guntur M. Pamungkas et. al, Froco generator (Free Freon Cooler Refrigerator) Sebagai Inovasi Kulkas Penyimpan Buah Dan Sayuran Yang Ramah Lingkungan Berbasis Transfer Kalor Adsorben-Adsorbat Yang Low Power , 2014
- Tulus Burhanuddin Sitorus et al, Analisa Kinerja Lemari Pendingin Alami Sebagai Penyimpan Sayur Dan Buah-Buahan Dengan Media Pendingin Air, 2015
- Cengel A. Yunus, "Heat Transfer", Mc Graw Hill, Second Edition, Amerika. 2013
- Anonim, The Heat Recovery Water Heating System. <http://www.heatharvester.com/HeatRecov ery System-2 htm>.