

## Perancangan Cold Box Pada Sistem Pendingin Daging Sapi Dengan Kapasitas 50 KG

Bambang Setiawan<sup>1\*</sup>, Syawalludin<sup>1</sup>, Eko Sutopo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

\*Corresponding Author : bambang.setiawan@ftumj.ac.id

### Abstrak

Permasalahan awal penelitian ini berawal dari pendinginan suatu sistem menggunakan fluida (*Freon*) dimana cara ini sudah dilakukan sejak lama, dikarenakan tidak adanya inovasi terbaru untuk menggunakan pendinginan secara *konveksi* dengan menggunakan peltier. Perancangan *coldbox* menjadi awal untuk pengembangan pada sistem yang lama sudah digunakan bertahun-tahun lamanya. Tujuannya adalah mendesain *coldbox* untuk pertama kalinya, dimana dalam hal ini akan menghitung laju perpindahan kalor yang terjadi melalui dinding- dinding *coldbox* dan pintu penutup & beban pendinginan daging sapi & menghitung total peltier yang dibutuhkan untuk mendinginkan *coldbox* yang sudah diperhitungkan. Dimana suhu rata-rata adalah 34<sup>0</sup>C dan suhu yang akan dicapai adalah 5<sup>0</sup>C, pada pendinginan ini akan dilakukan penelitian dengan kapasitas 50kg daging sapi dan lamanya waktu pendinginan 1 jam. Dimana nilai beban pendinginan total adalah 294,45 watt. Energi yang dibutuhkan untuk pendinginan dinding atas, dinding bawah, dinding kanan, dinding kiri, dinding depan & dinding belakang adalah 59,45 watt. Dengan adanya perhitungan- perhitungan kita dapat menggunakan sebanyak 4 peltier untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Penelitian didasarkan berdasarkan penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif . Output yang dihasilkan berupa alat Pendingin daging dan Journal Nasional

**Kata kunci:** *refrigerant*, daging , peltier, *coldbox*, *coldstorage*

### Abstract

*The initial problem of this research started from cooling a system using fluid (Freon) which has been done for a long time, because of the absence of renewable innovations to use cooling by convection by using Peltier. Coldbox Scaffolding is the beginning for development on the old system already used many years. The goal is to design a coldbox for the first time, wherein in this case it will calculate the pace of the heat transfer occurring through a coldbox wall and the & load of the beef freezing & calculating the required total Peltier To cool the coldbox that has been taken into account. Where the average temperature is 34<sup>0</sup>C and the temperature to be achieved is 5<sup>0</sup>C, on this cooling will be done research with a capacity of 50kg of beef and the length of cooling time 1 hour. Where the total cooling load value is 294.45 watts. The energy needed for the cooling of the upper wall, the lower wall, the right wall, the left wall, the front wall & the rear wall is 59.45 watts. With the Perhitungan we can use as many as 4 Peltier to meet the needs of the load.*

**Keywords:** *refrigerant*, peltier, *Coldbox*, *ColdStorage*

### PENDAHULUAN

Daging merupakan bahan pangan yang penting dalam memenuhi kebutuhan gizi. Selain mutu proteinnya yang tinggi, daging mengandung asam amino esensial yang lengkap dan seimbang serta beberapa

jenis mineral dan vitamin. Daging merupakan protein hewani yang lebih mudah dicerna dibanding dengan protein nabati. Bagian yang terpenting yang menjadi acuan konsumen dalam pemilihan daging adalah sifat fisik. Sifat fisik dalam

hal ini antara lain warna, keempukan, tekstur, kekenyalan dan kebasahan. Sifat fisik memegang peranan penting dalam proses pengolahan dikarenakan sifat fisik menentukan kualitas serta jenis olahan yang akan dibuat. Menurut Aberle et al. (2001), ternak yang tidak diistirahatkan akan menghasilkan daging yang berwarna gelap, bertekstur keras, kering, memiliki nilai pH tinggi dan daya mengikat air tinggi. Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada daging sapi tidak hanya menyebabkan bentuk dan rupa komoditas menjadi kurang menarik, tetapi juga memberikan kesempatan bagi organisme untuk masuk dan merusak daging. Kerusakan-kerusakan yang terjadi juga dapat menyebabkan kehilangan air dan bau busuk. Daging rusak karena memiliki kadar air yang tinggi dan aktivitas air tinggi. Untuk itu, perlu dilakukan proses penanganan agar kerusakan mekanis tidak terjadi. Salah satu penanganan yang dapat dilakukan adalah pendinginan. Pendinginan adalah penyimpanan daging dalam keadaan dingin suhu yang baik untuk pendinginan daging. Proses pendinginan mampu mengawetkan bahan dan produk pangan dengan umur simpan yang panjang dan mutu yang baik. Hal ini disebabkan oleh suhu rendah yang dapat memperlambat aktivitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroba dan mencegah terjadinya reaksi-reaksi kimia. Pembekuan merupakan proses yang memerlukan asupan energi yang tinggi, sehingga energi merupakan komponen biaya yang besar dalam proses pembekuan. Untuk itu peningkatan efisiensi energi pembekuan merupakan hal yang perlu diteliti dan dikembangkan.

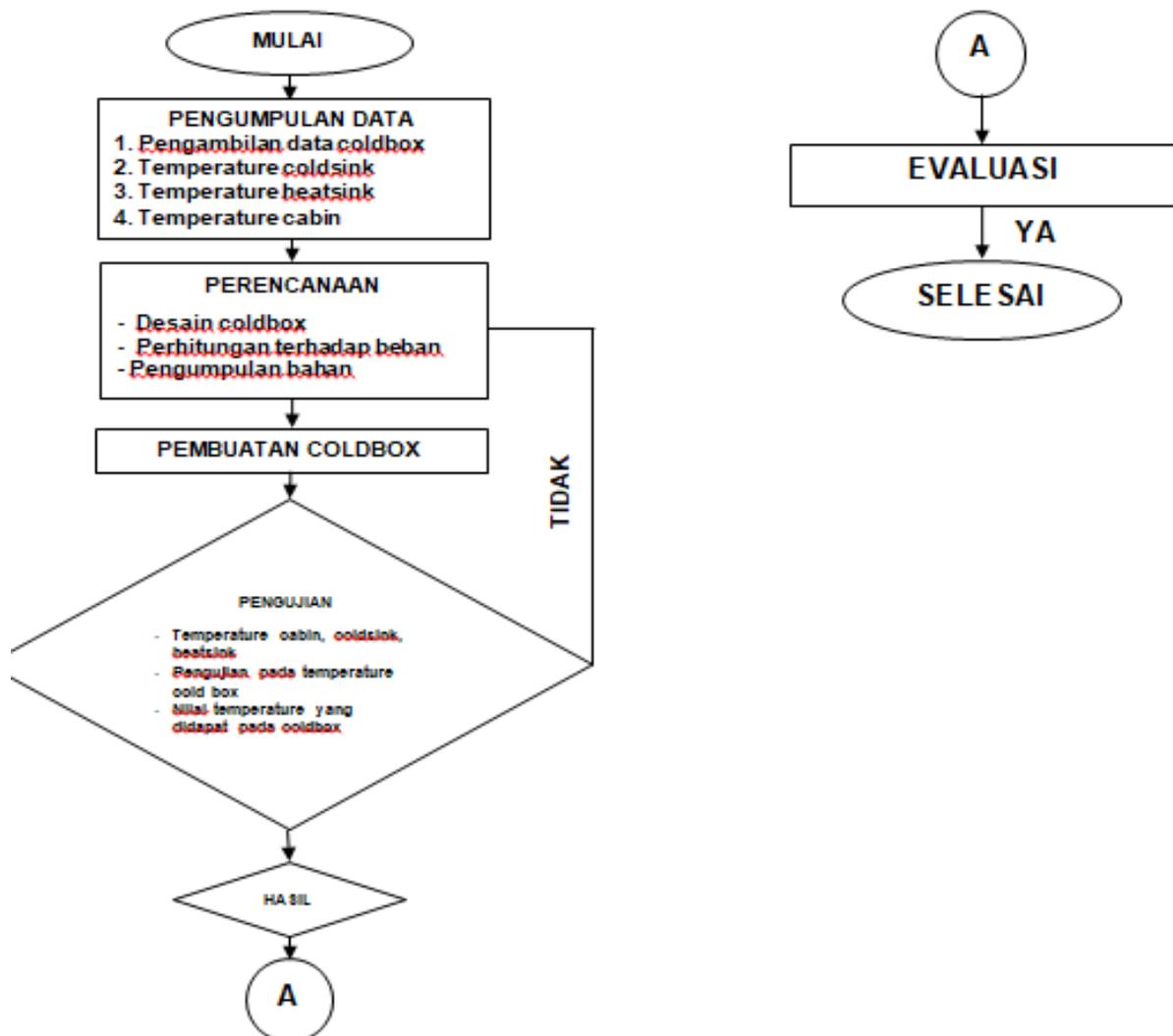
coldbox merupakan ruang penyimpanan dengan harapan kualitas

produk yang disimpan akan bertahan lebih lama. Temperature produk yang dimasukkan seharusnya sesuai dengan temperature coldbox. Hal ini sering sekali diabaikan. Perkembangan teknologi di bidang refrigerasi dan pengkondisian udara mengalami kemajuan dengan pesat seiring berkembangnya zaman. Teknologi refrigerasi memberikan banyak keuntungan bagi manusia. Salah satu penggunaan sistem refrigerasi adalah manusia untuk industri penyimpanan dan pendistribusian produk diagnostik. Sehingga produk diagnostik yang disimpan dengan sistem refrigerasi tersebut dapat terjaga kualitas dan kesegarannya sampai waktu yang lama dan saat diperlukan untuk didistribusikan kepada konsumen.

Sistem pendingin daging sapi . ini digunakan untuk menyimpan daging sapi dan mendinginkannya pada temperature tertentu sehingga daging sapi segar tersebut dapat bertahan lama hingga beberapa minggu. Dalam hal ini saya mencoba untuk merancang coldbox untuk mengetahui jumlah energi kalor yang diserap akibat proses pendinginan, dengan energi listrik yang terpakai per bulannya untuk sistem pendinginan tersebut dan dengan metode ekperimental.

### Metode Penelitian

Metode penulisan karya tulis ilmiah ini adalah diskriptif kuantitatif dan kualitatif, yang terdiri dari pengumpulan data primer, yaitu survey dan pengambilan sample di dan data sekunder, berupa laporan, informasi maupun studi kasus



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kapasitas Coldbox**

Untuk menentukan ukuran pada coldbox dengan kapasitas 50KG, akan terlebih dahulu merancang dimensi & volume yang akan digunakan pada coldbox tersebut, perhitungan sebagai berikut :

Volume daging sapi 1kg :

Panjang : 15cm

Lebar : 11cm

Tinggi : 8cm

Rumus  $V_{daging} = P \times L \times T$  [Ref. 10]

= 15 x 11 x 8

= 1320 cm<sup>3</sup>

Penentuan tinggi Styrofoam yang digunakan untuk memenuhi kapasitas 50kg

Dari ukuran Styrofoam kapasitas 50kg yang akan dirancang, panjang & lebarnya yang sudah ada membutuhkan tinggi dari styrofoam tersebut dapat diperhitungkan sebagai berikut :

Volume yang dibutuhkan untuk penyimpanan daging 50kg

$$V_{50kg} = 50 \text{ kg} \times V_{kg}$$

$$= 50 \text{ kg} \times 1320 \text{ cm}^3$$

$$= 66.000 \text{ cm}^3$$

Dengan perhitungan diatas kita sudah tahu kapasitas volume untuk daging 50kg

Dapat kita hitung untuk tinggi dari coldbox tersebut, dan perhitungan sebagai berikut:

Panjang : 52 cm

Lebar : 38 cm

$$V = P \times L \times T \text{ [Ref. 11]}$$

$$T = \frac{V}{P \times L}$$

$$T = \frac{66.000 \text{ cm}^3}{52 \text{ cm} \times 38 \text{ cm}}$$

$$T = \frac{66.000}{1976} = 33,4 \text{ cm} \Rightarrow 37 \text{ cm}$$

Pada penentuan ukurang sterofom yang ideal adalah adanya ruang sisa udara dingin pada coldbox tersebut dimana ruang sisa dengan ukurang 52 x 38 x37 cm.

**Daya Total Untuk Coldbox**

Memperhitungkan daya total coldbox untuk mengetahui berapa besar daya yang di butuhkan untuk system coldbox yang dirancang. Pembebanan pada tiap – tiap kebutuhan daya yang akan membuat pembebanan pada coldbox menjadi bekerja secara maksimal unuk menghasilkan temperatr yang dirancang.

Spesifikasi dari coldbox mempunyai dimensi Panjang 52 cm, lebar 38 cm dan tinggi 37 cm, dengan menggunakan bahan akrilik untuk dinding bagian luar, dibagian tengah (insulasi) menggunakan bahan polyurethane dan bagian dalam coldbox diberikan lapisan bahan Alumunium Foil dengan rincian sebagai berikut :

Besarnya konduktivitas termal, luas keseluruhan dan tebal material isolasi ditunjukkan pada table berikut.

Tabel konduktivitas termal, luas keseluruhan dan material isolasi

Material	K (W/m.k)	A (m <sup>2</sup> )	Δx (m)
Isolasi Sterofoam	0,033	0,589	0,030
Isolasi akrilik box	0,2	0,713	0,005

**Beban Pendingin Eksternal (Beban Luar)**

Beban pendingin di luar coldbox adalah beban yang berasal dari luar coldbox, dimana dinding-dinding pada coldbox mempunyai nilai beban pendinginan. Untuk mendapatkan

nilai beban pendinginan pada luar cold box terlebih dahulu kita harus cari nilai perpindahan panas total.

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T \text{ [Ref. 6]}$$

Dengan

q = Beban kalor konduksi dari dinding (watt).

U= Koefisien perpindahan kalor keseluruhan (W/m<sup>2</sup>K)

A= Luas penampang kalor (m<sup>2</sup>).

ΔT=Perbedaan temperature udara luar dengan temperature dalam (°C).

Koefisien perpindahan kalor keseluruhan U dari dinding, lantai dan atap dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{1}{h_o}} \text{ [Ref. 6]}$$

Dengan :

U= Koefisien perpindahan kalor keseluruhan (W/m<sup>2</sup>K)

X= Tebal dinding (m)

k= Konduktivitas termal material (W/mK)

h<sub>i</sub> = koefisien perpindahan kalor konveksi pada bagian dalam (W/m<sup>2</sup>K)

h<sub>o</sub> = koefisien perpindahan kalor konveksi pada bagian luar (W/m<sup>2</sup>K)

Koefisien perpindahan kalor konveksi

Dari koefisien perpindaan kalor keseluruhan terlebih dahulu harus mengetahui nilai h<sub>i</sub> dan h<sub>o</sub>. Maka nilai h<sub>i</sub> dan h<sub>o</sub> sebagai berikut :

Sudah kita tahu nilai kecepatan aliran bebas 0.2 m/s (menggunakan alat anemometer), suhu plat 40 °C, suhu udara 5 °C, pajang plat 0,145 m

Untuk mengetahui nilai koefisen panas konveksi, kita dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\bar{h} = 0,664 \times \frac{k}{L} \times Re_L^{0,5} \times Pr^{0,333} \text{ [Ref. 7]}$$

Dimana :

k = konduktivitas termal (W/mk)

L = Panjang plat (m)

Re = bilangan reynold

Pr = bilangan prandtl

Terlebih dahulu akan menghitung nilai bilangan reynold untuk fluida (udara) yang mengalir diatas plat tersebut :

$$Re = (V.L)/\mu \text{ [Ref. 7]}$$

Dimana :

V = kecepatan fluida (m/s)

L = panjang plat (m)

$\mu$  = viskositas kinematika ( $m^2/s$ )

nilai- nilai seperti k,  $\mu$ , dan Pr diperoleh berdasarkan temperature

film yang merupakan rata – rata dari temperature plat dan temperature udara yaitu  $(35-5)/2 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Property Values Of Dry Air At One Atm. Pressure [Ref.7]

Temperature <i>t</i> °C	Density $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Coefficient of Viscosity $\mu \times 10^6$ Ns/m <sup>2</sup> s	Kinematic Viscosity $\nu \times 10^6$ m <sup>2</sup> /s	Thermal Diffusivity $\alpha \times 10^6$ m <sup>2</sup> /s	Prandtl Number <i>Pr</i>	Specific Heat <i>c</i> J/kgK	Thermal Conductivity <i>k</i> W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.644	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.705	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675
40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02826
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.639	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03640
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03780
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03931
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04268
300	0.615	29.71	48.20	71.556	0.674	1047	0.04605

Nilai didapat dari table di atas dengan cara interpolasi di suhu 15 °C Dimana nilai,  $k = 25,72 \times 10^{-3}$ ,  $\mu = 14,61 \times 10^6$ ,  $Pr = 0,703$  sehingga,

$$Re = (V.L)/\mu$$

$$Re = \frac{0,2 \text{ m/s} \times 0,145 \text{ m}}{14,61 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 1984,94$$

Maka,

$$\bar{h} = 0,664 \times \frac{k}{L} \times Re_L^{0.5} \times Pr^{0.333}$$

$$\bar{h} = 0,664 \times \frac{25,72 \times 10^{-3}}{0.145} \times 1984,94^{0.5} \times 0,703^{0.333}$$

$$h = 4,66 \text{ W/m}^2\text{K} = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Berdasarkan nilai besaran dari konduktivitas termal ( $k$ ) dan ketebalan ( $m$ ) coldbox nilai perpindahan panas total ( $U$ ) dapat dihitung :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{1}{h_o}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{5 \text{ w/m}^2\text{K}} + \frac{0.030}{0.033 \text{ w/m K}} + \frac{0.005}{0.2 \text{ w/m K}} + \frac{1}{5 \text{ w/m}^2\text{K}}}$$

Jadi,  $U = 0,74 \text{ w/m}^2\text{K}$

#### Perhitungan Beban Transmisi ( $Q_{\text{trans}}$ )

Perhitungan beban transmisi terbagi menjadi 3 bagian

Atap dan alas

- Dinding kanan dan kiri
- Dinding depan dan belakang

luas dinding atas & alas

$$A = 2(p \times l)$$

$$A = 2(0,52 \times 0,38)$$

$$A = 0,39 \text{ m}^2$$

luas dinding kanan & kiri

$$A = 2(l \times t)$$

$$A = 2(0,38 \times 0,7)$$

$$A = 0,53 \text{ m}^2$$

- Atap dan alas

$$q_{\text{atas \& bawah}} = 2(U \cdot A \cdot \Delta T)$$

$$= 2(0,74 \text{ w/m}^2\text{K} \times (0,39 \text{ m}^2) \times (29,5 - 5^\circ \text{C}))$$

$$= 14,14 \text{ watt}$$

- Dinding kanan dan kiri

$$q_{\text{kanan \& kiri}} = 2(U \cdot A \cdot \Delta T)$$

$$= 2(0,74 \text{ w/m}^2\text{K} \times (0,39 \text{ m}^2) \times (29,5 - 5^\circ \text{C}))$$

$$= 19,21 \text{ watt}$$

- Dinding depan dan belakang

$$q_{\text{dinding depan \& belakang}} = 2(U \cdot A \cdot \Delta T)$$

$$= 2(0,74 \text{ w/m}^2\text{K} \times (0,72 \text{ m}^2) \times (29,5 - 5^\circ \text{C}))$$

$$= 26,10 \text{ watt}$$

Maka total kalor transmisi adalah

Dari ke tiga perhitungan ini kita akan mendapatkan nilai total  $q_{\text{transmisi}}$  perhitungan sebagai berikut :

Sudah kita perhitungkan untuk ukurang coldbox yang digunakan  $52 \times 38 \times 37$  cm didapat dari perhitungan diatas, jadi kita bisa menghitung untuk beban transmisi, sebagai berikut :

luas dinding depan & belakang

$$A = 2(p \times t)$$

$$A = 2(0,52 \times 0,7)$$

$$A = 0,72 \text{ m}^2$$

Luas total

$$A = 0,39 \text{ m}^2 + 0,53 \text{ m}^2 +$$

$$0,72 \text{ m}^2 = 1,64 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 Q_{transmisi} &= q_{atap \& \; alas} + q_{dinding \; kanan \& \; kiri} + q_{dinding \; depan \& \; belakang} \\
 &= 14,14 \text{ watt} + 19,21 \text{ watt} + 26,10 \text{ watt} \\
 &= 59,45 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

### Hasil Dan Analisa

Berikut adalah data dan analisa yang di peroleh dari pengujian coldbox yang sudah layak untuk di uji. Penyajian data yang akan digambarkan dalam bentuk grafik berupa penurunan temperature dari temperature tinggi ke temperature rendah. Coldbox setelah diuji dengan settingan yang ditentukan oleh table yang sudah dibuat demikian selanjutnya akan dilakukan pengujian beban yang akan di berikan pada cabin coldbox tersebut.

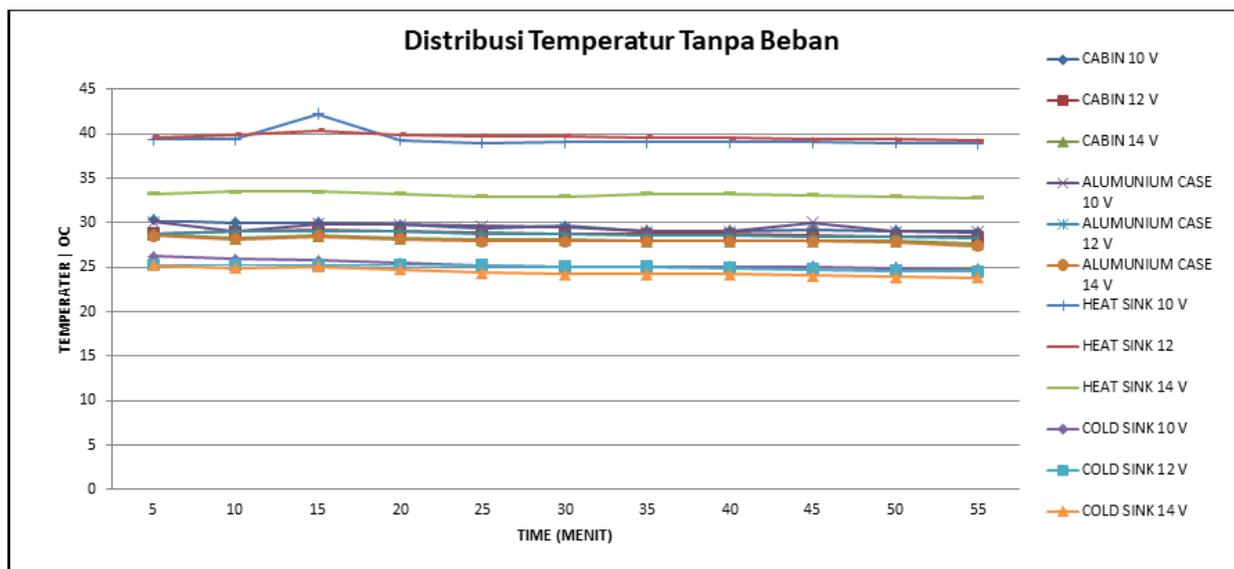
Lamanya pengambilan data pada penujian yang akan kita rancang 1 jam.

### Analisa Grafik Distribusi Temperatur Tanpa Beban

Berikut ini data temperature dari berbagai titik pengujian dengan berbagai variasi tegangan.

Tabel Distribusi Temperatur Tanpa Beban

Time / Volt	CABIN 10 V	CABIN 12 V	CABIN 14 V	ALUMUNIUM CASE 10 V	ALUMUNIUM CASE 12 V	ALUMUNIUM CASE 14 V	HEAT SINK 10 V	HEAT SINK 12	HEAT SINK 14 V	COLD SINK 10 V	COLD SINK 12 V	COLD SINK 14 V
5	30.3	28.8	28.7	30.1	28.7	28.6	39.4	39.6	33.3	26.2	25.2	25.2
10	30	29	28.3	29	29.1	28.2	39.4	39.9	33.5	25.9	25.3	24.9
15	30	29.2	28.6	29.9	29.1	28.5	42.2	40.4	33.5	25.8	25.2	25.1
20	29.8	29	28.3	29.8	29.1	28.2	39.3	39.9	33.2	25.5	25.3	24.8
25	29.3	28.9	28.1	29.6	28.8	28	39	39.8	33	25.2	25.2	24.4
30	29.7	28.8	28.1	29.5	28.7	28	39.1	39.7	33	25.1	25.1	24.2
35	29.1	28.7	28	29	28.6	27.9	39.1	39.6	33.2	25	25	24.2
40	29.1	28.7	28	29	28.6	27.9	39.1	39.5	33.2	25	24.9	24.2
45	29.2	28.6	28	30	28.5	27.9	39.1	39.4	33.1	25	24.8	24.1
50	29.1	28.5	27.9	29	28.4	27.8	39	39.4	33	24.9	24.6	24
55	29	28.4	27.6	28.9	28.3	27.4	38.9	39.2	32.8	24.8	24.5	23.8
60	28.9	28.3	27.5	29.8	28.2	27.3	38.8	39.1	32.7	24.7	24.4	23.7



Dari Grafik dapat dilihat hasil pengujian, semua mengalami penurunan dan kenaikan temperature yang kurang signifikan dapat dilihat dari grafik diatas. Pada suhu cabin dengan tegangan 10 dan 12 volt dapat mencapai suhu 28.9 dan 28.3 °C dengan membutuhkan waktu 60 menit. Namun dengan tegangan 14 volt dapat mencapai suhu 27.5 °C.

Kita dapat menarik kesimpulan dari pengujian temperature didalam cabin tegangan dan arus dapat mempengaruhi

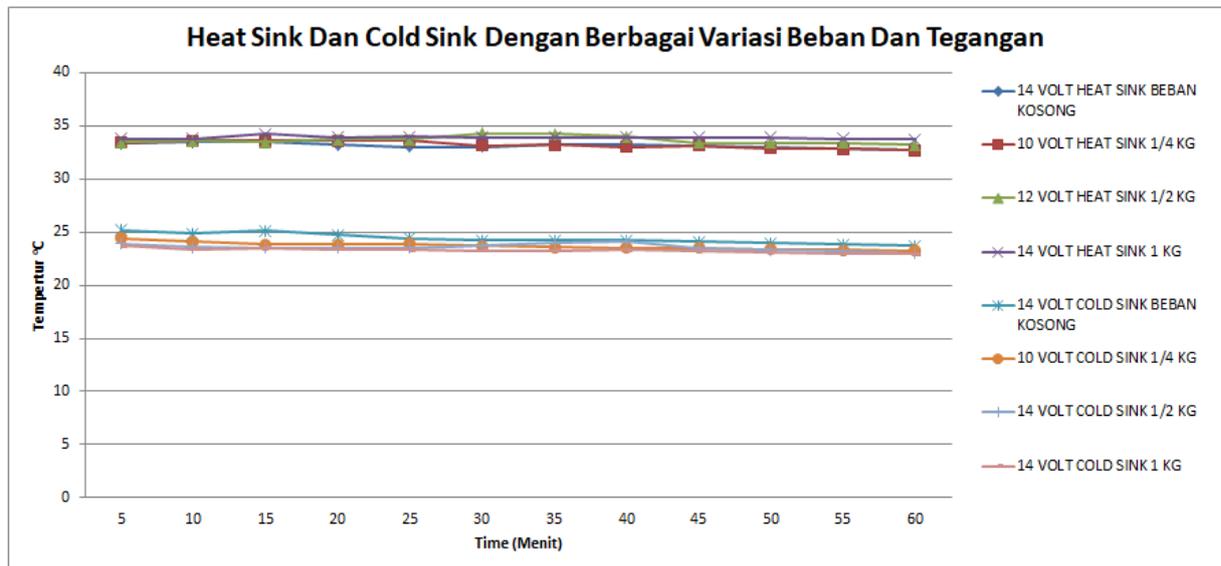
kinerja dari peltier untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk menghasilkan suhu yang maksimal.

### Analisa Grafik Distribusi Temperatur Cabin Dengan Beban

Berikut ini data temperature dari grafik pengujian dengan menggunakan pendinginan elemen peltier. Variasi dan beban yang digunakan adalah daging sapi 0 (beban kosong) sampai dengan 1 kg.

Tabel Heat Sink Dan Cold Sink Dengan Berbagai Variasi Beban Dan Tegangan

Time Volt	14 VOLT HEAT SINK BEBAN KOSONG	10 VOLT HEAT SINK SINK 1/4 KG	12 VOLT HEAT SINK SINK 1/2 KG	14 VOLT HEAT SINK SINK 1 KG	14 VOLT COLD SINK BEBAN KOSONG	10 VOLT COLD SINK SINK 1/4 KG	14 VOLT COLD SINK SINK 1/2 KG	14 VOLT COLD SINK SINK 1 KG
5	33.3	33.4	33.5	33.8	25.2	24.4	23.9	23.7
10	33.5	33.6	33.6	33.8	24.9	24.1	23.6	23.4
15	33.5	33.6	33.5	34.2	25.1	23.8	23.5	23.5
20	33.2	33.6	33.7	33.9	24.8	23.8	23.5	23.4
25	33	33.6	33.7	34	24.4	23.9	23.5	23.3
30	33	33.1	34.3	33.9	24.2	23.7	23.7	23.2
35	33.2	33.2	34.2	33.9	24.2	23.6	24	23.2
40	33.2	33	34	33.9	24.2	23.5	24.1	23.3
45	33.1	33.1	33.4	33.9	24.1	23.5	23.5	23.2
50	33	32.9	33.4	33.9	24	23.4	23.3	23.1
55	32.8	32.8	33.4	33.8	23.8	23.3	23.2	23
60	32.7	32.7	33.2	33.7	23.7	23.2	23	22.9



Grafik Heat Sink Dan Cold Sink Dengan Berbagai Variasi Beban Dan Tegangan

Dari grafik kita dapat mengetahui kinerja dari peltier itu dimana pada pengujian heatsink dimenit ke 30 nilai  $\Delta T$ -nya 33 °C, untuk beban ¼ kg didapat temperatur 33,1 °C, untuk beban ½ kg di dapat temperature 34,3 °C, untuk beban 1 kg didapat temperature 33,9 °C. Dari

waktu awal sampai dengan waktu akhir didapat kenaikan  $\Delta T$ . Dan untuk coldsink pada menit ke 30 dengan beban kosong mendapatkan temperatur 24,2 °C, untuk beban ¼ didapat temperatur 23,7 °C, untuk beban ½ didapat temperatur 23,7, untuk beban 1 kg

didapat temperatur 23,2 °C. keterbalikan terjadi pada coldsink dimana temperature menunjukkan penurunan temperature. Apa

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka penulis memberika kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

Dari perancangan pada coldbox yang sudah dirancang sedemikian rupa, dan sudah diuji untuk penilaiannya, dengan hasil pengujian coldbox tersebut belum bisa mencapai suhu maksimalnya yaitu 5 °C. Dari beban pendinginan pada sistem & perancangan didapatkan nilai beban 294,45 watt. Dimana nilai tersebut meliputi beban external, beban internal, beban infiltrasi. Pada perancangan coldbox adanya nilai beban yang harus diperhitungkan dimana nilai tersebut ialah :

No	Sumber beban	Nilai beban (watt)
1	Beban external	59,45
2	Beban internal	134
3	Beban infiltrasi	101
4	Beban pendinginan total	294,45

Beban pendinginan pada sistem ini dengan perhitungan yang ada dapat kita ambil kesimpulan bahwa peltier yang dibutuhkan sebanyak 4 buah.

Pengujian yang dilakukan pada coldbox dengan waktu 60 menit terhadap tegangan maksimal yang di berikan beban pada cabin coldbox, dimana temperature tanpa beban dengan waktu 60 menit mendapatkan suhu 28.9 °C, untuk beban ¼ kg dengan waktu 60 menit mendapatkan suhu 26.6 °C, untuk beban ½ kg dengan waktu 60 menit mendapatkan suhu 26.7 °C, dan untuk beban 1 kg dengan waktu 60 menit mendapat kan suhu 26.5 °C.

### DAFTAR PUSTAKA

Astu Pudjasana dan Djati Nursuhud,  
*Mesin Konversi Energi*, ANDI,  
Yogyakarta, 2006

bila system coldbox terus dinyalakan maka nilai  $\Delta T$  akan cenderung stabil.

ASHRAE, *Handbook Fundamentals*, USA, 1993

C.P. kothandaraman. 2006. *Fundamental of heat and mass transfer third Edition*. New age international

Jenny delly,ST.MT, Muhammad Hasbi,ST.MT, Indra fitra alkhiron. (2016). Studi penggunaan modul termoelektrik sebagai sistem pendingin portable. *Jurnal ilmiah mahasiswa teknik mesin*, 1: 50- 55.

Aris Sri Widati. (2008). Pengaruh lama pelayuan, temperature pembekuan dan bahan pengemas terhadap kualitas kimia daging sapi beku. *Jurnal ilmu dan teknologi hasil ternak*, 3(2): 39-49.

Anica Rosalina Girsang, kajian energi pembekuan daging sapi menggunakan mesin tipe lempeng sentuh dengan suhu pembekuan berubah (Bogor: IPB, 2010), hal. 1.

Denny M. E Soedjono, Joko Sarsetiyanto, Gathot Dwi Winarno, Alichia Silfiyati. (2016). Kaji eksperimental distribusi temperature pada portable cold box dengan termoelektrik TEC1-12706. *Seminar nasional seins dan teknologi terapan IV*. A37 – A48.

Febri Fimansyah, pengembangan cool box ramah lingkungan untuk kendaraan roda dua berbasis termoelektrik(Depok:UI,2009)

Roswita S. & Hadi S.(2000). Pelayuan pada suhu kamar dan suhu dingin terhadap mutu daging dan susut bobot karkas domba,. *Bali penelitian ternak*, 6(1):51-58.

Komariah, Sri Rahayu, Sarjito. (2009). sifat fisik daging sapi, kerbau dan domba pada lama postmortem yang berbeda. *Bulletin peternakan*, 33(3):183-189.