

# Rancang bangun sistem refrigrasi termoelektrik dengan memanfaatkan panel surya

I Putu Agus Andika Permana<sup>1\*</sup>, Ketut Bange<sup>2</sup>, I Wayan Temaja<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>) Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364, Indonesia

\*Corresponding Author: [agusandika1198@gmail.com](mailto:agusandika1198@gmail.com)

**Abstrak:** Cooler box merupakan salah satu kebutuhan bagi manusia untuk menyimpan makanan, minuman, sayur, buah daging dan sebagainya. System pendingin yang umum digunakan sekarang ini menggunakan zat refrigerant atau freon/CFC (*Chlor Fuoro Carbon*) yang kurang ramah lingkungan dan mahal. Untuk memenuhi kebutuhan akan lemari pendingin yang murah dan ramah lingkungan maka diperlukan adanya sebuah pendingin alternatif. Salah satu pendingin alternatif yang telah banyak digunakan saat ini adalah termoelektrik. Tujuan dari rancangan ini adalah untuk memperoleh nilai temperatur sisi dingin termoelektrik terendah yang dapat dihasilkan dari waktu ke waktu, memperoleh nilai temperature sisi panas termoelektrik tertinggi yang dihasilkan dari waktu ke waktu, memperoleh nilai temperature udara di dalam kotak pendingin yang dihasilkan dari waktu ke waktu, memperoleh COP masing-masing kotak pendingin. Kotak pendingin yang dirancang memiliki kapasitas 1 kg buah pisang. Sumber daya menggunakan panel surya yang berukuran 160 wp. Material ruang pendingin dari bahan Styrofoam, dengan alat pembuang kalor berupa *waterblok* dan pompa 12 V. Variasi yang digunakan pada termoelektrik yang digunakan. Data-data yang telah dicatat kemudian diolah menjadi grafik. Dengan bentuk grafik, pembahasan dan pengambilan dapat dilakukan dengan mudah. Kesimpulan dalam penelitian ini diperoleh setelah melakukan pembahasan dan analisis dari data-data hasil penelitian didapatkan nilai temperature sisi dingin terendah yaitu 12,7 celcius dihasilkan pada kotak pendingin dengan jumlah termoelektrik 2 buah, nilai temperature sisi panas tertinggi yaitu 25,9 celcius dihasilkan pada kotak pendingin dengan jumlah termoelektrik 2 buah.

**Kata Kunci:** pendingin, termoelektrik.

**Abstract:** Cooler box is one of the necessities for humans to store food, drinks, vegetables, fruit, meat and so on. The cooling system that is commonly used today uses refrigerant or freon/CFC (*Chlor Fuoro Carbon*) which is less environmentally friendly and expensive. To meet the need for cheap and environmentally friendly refrigerators, an alternative cooler is needed. One alternative refrigerant that has been widely used today is thermoelectric. The purpose of this design is to obtain the lowest thermoelectric cold side temperature value that can be generated from time to time, to obtain the highest thermoelectric hot side temperature value from time to time, to obtain the air temperature value in the cooler that is generated from time to time, obtain the COP of each cooler box. The cooler designed has a capacity of 1 kg of bananas. The power source uses a solar panel that measures 160wp. The cooling room material is Styrofoam material, with a heat dissipation device in the form of a *waterblock* and a 12v pump. Variations used on the thermoelectric used. The data that has been recorded is then processed into a graph. With graphical form, discussion and retrieval can be done easily. The conclusion in this study was obtained after discussing and analyzing the research data, the lowest cold side temperature value was 12.7 Celsius produced in the cooler with 2 thermoelectrics, the highest hot side temperature value was 25.9 Celsius produced in the box cooler with a thermoelectric number of 2 pieces.

**Keywords:** refrigeration, thermoelectric.

**Informasi Artikel:** Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

## Pendahuluan

Kemajuan teknologi dalam berbagai bidang terutama di era globalisasi ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Berbagai kemudahan tercipta dengan adanya teknologi yang semakin maju.[1] Refrigerasi merupakan salah satu teknologi yang sedang dikembangkan di sejumlah Negara.[2] Refrigerasi merupakan proses pelepasan kalor ke temperature yang lebih rendah.[3] Mesin – mesin refrigrasi saat ini banyak

digunakan pada industri, rumah tangga, pertokoan, maupun rumah makan, sehingga perkembangan mesin refrigerasi sangat pesat.[4] Selain sistem pendingin refrigerasi juga dapat digunakan untuk pemanasan karena adanya kalor pada sistem. [5]

Untuk menambah atau meningkatkan kinerja suatu alat dan agar menghemat konsumsi energi pada alat yang akan di angkat maka dengan ini memilih judul Rancang Bangun sistem refrigerasi termoelektrik dengan memanfaatkan panel surya untuk mengembangkan ilmu teknik pendingin dan tata udara menggunakan alat panel surya sebagai sumber energi pada *cold box* dan menggunakan alat yang bernama termoelektrik sebagai media pendinginan *cold box*. [6,7] *Cold box* adalah suatu alat yang digunakan untuk mendinginkan buah-buahan yang akan di konsumsi oleh masyarakat. [8]

*Cooler Box* ini menggunakan alat panel surya sebagai sumber energi, karena di dunia perindustrian ini penggunaan energi listrik dari PLN sudah banyak dikonsumsi oleh masyarakat, oleh karena itu dengan menggunakan alat panel surya ini sebagai sumber energi dari matahari ingin mengurangi atau menghemat energi dari PLN dan menggunakan termoelektrik sebagai media pendinginan untuk mengurangi penggunaan *refrigerant* karena pada saat ini banyaknya penggunaan *refrigerant* dapat menyebabkan mengikisnya lapisan ozon. [9,10]

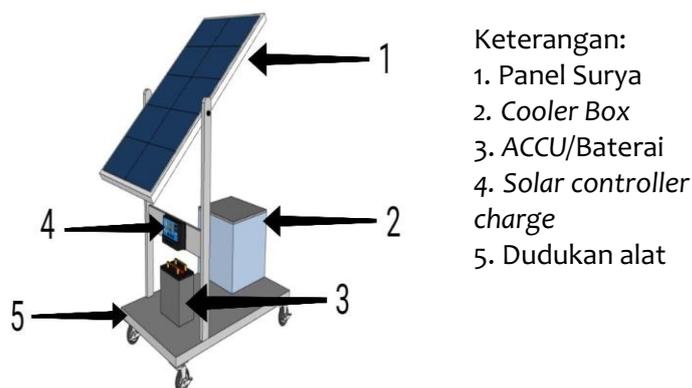
## Metode

Jenis rancangan yang digunakan pada alat ini adalah rancang bangun dan menguji *Cold Box* menggunakan termoelektrik sebagai media pendinginan yang berukuran 395mm x 300mm x 250mm dan menggunakan 2 peltier dan juga memakai panel surya sebagai sumber energi dari *Cold Box*. Beban pendinginan yang akan disimpan yaitu buah-buahan pisang dengan temperatur 13-14 C.

Penelitian ini dirancang secara bertahap meliputi: persiapan, perancangan termoelektrik untuk pendinginan *Cold Box* dan pengambilan data temperatur pada *Cold Box* dimana proses tersebut nantinya untuk mengetahui kinerja yang terjadi pada *Cold Box*. Pengukuran daya yang dihasilkan panel surya di ukur terlebih dahulu, karena hasil daya tersebut akan digunakan untuk menghidupkan termoelektrik sebagai media pendinginan di *Cold Box* dimana nantinya langkah-langkah tersebut sangat menentukan dalam pengukuran data temperatur pada *cold box*.

Data-data yang diukur dalam pengujian adalah temperatur yang dihasilkan termoelektrik dengan menggunakan daya yang dihasilkan panel surya, daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan termoelektrik. Hasil dari data tersebut akan dihitung nilai *Coefficient of performance (COP)* dan daya yang dibutuhkan termoelektrik untuk mendinginkan *Cold Box*.

Berikut merupakan skematik rancangan *Cold Box* dengan termoelektrik yang ditunjukkan pada Gambar 1 yang terdiri dari *Cold Box*, TEC, kipas pendingin, panel surya, ACCU/baterai.



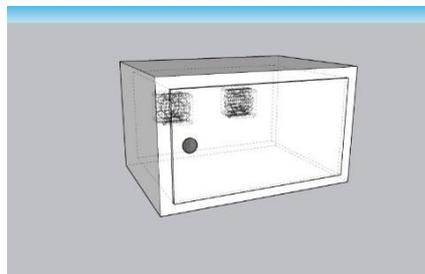
**Gambar 1.** Desain Gambar Rancangan Cooler box dan Panel surya

Rancang bangun digambarkan pada Gambar 3.1. terdiri dari cooler box, TEC, panel surya, ACCU. Kotak pendingin terbuat dari *sterofoam* yang dilapisi aluminium foil.



**Gambar 2.** Ukuran dudukan dan Panel surya

1. Dudukan panel surya berukuran 1390mm x 680mm x 35mm, tinggi besi untuk panel surya 1000mm, dan menggunakan besi berukuran 35mm x 35mm x 0,8mm.
2. Untuk panel surya menggunakan Monocrystalline 160wp berukuran 1290mm x 680mm x 30mm.



**Gambar 3.** Ukuran Cooler box

Komponen yang digunakan di cooler box ini dan daya yang digunakan di cooler box ini sebagai berikut :

1. Box *sterofoam* berukuran 395mm x 300mm x 250mm sisi luarnya sedangkan sisi dalamnya 340mm x 235mm x 195mm, dilapisi plaster dibagian luar dan *aluminium foil* di bagian dalam untuk mengoptimalkan pendinginan ruangan.
2. Termoelektrik menggunakan TEC-12706 berukuran 40mm x 40mm x 0,4mm , 12v , 6A.
3. *Fan* berukuran 90mm x 90mm x 25mm , 12v, 0.08A.
4. *Waterblok* berbahan aluminium berukuran 40mm x 40mm x 25mm.
5. *Coldsink* berbahan aluminium berukuran 98mm x 98mm x 25mm.

Untuk mendapatkan berapa ukuran yang digunakan untuk panel surya saya mengukur kapasitas daya cooler box sebagai berikut :

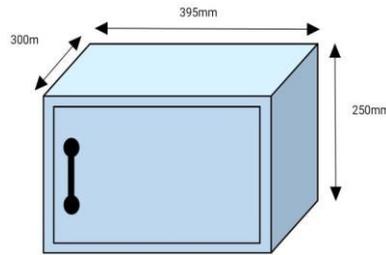
- Menggunakan 2 peltier yang kapasitas daya maksimal  $12v \times 5A = 60W$ , 2 peltier x 60W = 120W ,  
Jadi total daya yang digunakan 120W
- Menggunakan 2 *fan* DC,  $12v \times 0,16A = 1,92W$  dan ditambah 2 *fan* x 1,92W = 3,84W
- Menggunakan 1 pompa dc,  $12v \times 0,4A = 4,8W$
- Jadi total daya yang digunakan dari 2 peltier dan 2 *fan* adalah  $120W + 3,84W + 4,8W = 128,64W$ .

## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian memuat perancangan alat, proses pembuatan rangka, pemasangan komponen kelistrikan, hasil rancang bangun, pengujian, serta hasil pengujian rancangan tersebut.

### Perancangan Alat

Pada proyek akhir ini penulis menentukan dimensi *cooler box* dengan ukuran *box* bagian dalam 395 mm x 300 mm x 250 mm, denganketebalan 20 mm. Beban yang digunakan yaitu buah-buahan sebesar 1 kg , jenis buah yang akan digunakan sebagai beban menggunakan buah-buahan pisang hijau yang dapat disimpan selama 14 minggu dengan temperatur 13-14°C. Bahan *cooler box* adalah styrofoam dilapisi dengan aluminium foil pada bagian dalam dan luar. Perancangan *cooler box* ditunjukkan pada gambar 4.



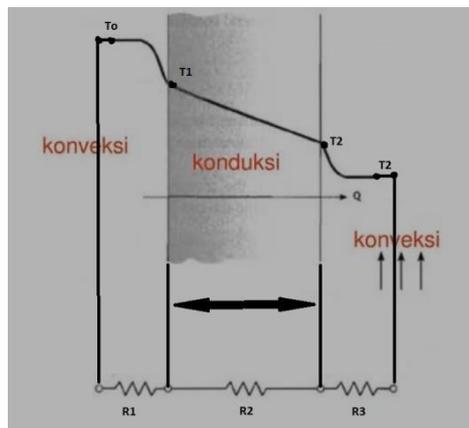
Gambar 4. Cooler box

Perhitungan beban pendinginan *cooler box*

Perhitungan beban pendinginan pada *cooler box* dilakukan dengan menghitung beberapa parameter sebagai berikut :

a) Perhitungan beban transmisi

Dalam perhitungan beban transmisi ada beberapa data dari tabel yang digunakan untuk menghitung beban transmisi.



Gambar 5. Tahanan thermal

$$h_{\text{internal}} = 100 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

$$h_{\text{external}} = 15 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

$$L = 0,02 \text{ m}$$

$$K = 0,033 \text{ w/m}^2\text{°C}$$

di mana:

$$h = \text{koefisien perpindahan kalor ( w/m}^2\text{k)}$$

- m = massa (m)
- C = kalor jenis (kJ/kg)
- $\Delta T$  = selisih temperatur termoelektrik (K)
- U = koefisien perpindahan panas ( $W/m^2K$ )
- A = luas permukaan ( $m^2$ )
- Q = kalor (W)

Dengan menggunakan rumus :

$$Q = U \cdot A \cdot (T_{cabin} - T_{ambien})$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{in}} + \frac{L}{K} + \frac{1}{h_{ex}}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{0,02}{0,033} + \frac{1}{15}}$$

$$= \frac{1}{0,01 + 0,6 + 0,06}$$

$$= 1,49 \text{ w/m}^2\text{K}$$

b) Perhitungan pada setiap ukuran sisi dinding box dengan ukuran

Dinding 1 = 0,300 m

Dinding 2 = 0,395 m

Dinding 3 = 0,300 m

Dinding 4 = 0,395 m

Dinding 5 = 0,300 m

Tinggi box = 0,250 m

$A_{total} = 0,300 \text{ m} + 0,395 \text{ m} + 0,300 \text{ m} + 0,395 \text{ m} + 0,300 \text{ m}$

$= 1,69 \text{ m}^2$

Jadi perhitungan luasan  $A_{total}$  box mendapatkan hasil  $0,44 \text{ m}^2$ . Hasil tersebut akan di totalkan dengan menggunakan rumus.

$$Q = A_{total} \cdot U \cdot (T_{ambien} - T_{cabin})$$

$$= 1,69 \text{ m}^2 \cdot 1,49 \text{ w/m}^2\text{K} \cdot (303\text{K} - 287\text{K})$$

$$= 40,2 \text{ W}$$

Perhitungan beban produk

Pada perhitungan beban produk ada beberapa data yang di ambil pada tabel untuk perhitungan beban produk. Beban produk yang digunakan yaitu buah pisang hijau dengan temperatur yang dibutuhkan yaitu  $13-14^\circ\text{C}$  dalam 14 minggu. Ditunjukkan pada tabel 1

**Tabel 1.** Temperatur Buah-buahan

Item	Storage Temperature	Humidity
Buah Segar – potong	0 - 2 °C	Kelembaban relatif 90 - 98%
Sayuran	0 - 2 °C	Kelembaban relatif 90 - 98%
Anggur	7 - 10 °C	Kelembaban relatif 85 - 95%
Telur, susu, butter	7 - 10 °C	Kelembaban relatif 85 - 95%
Melon	16 - 18 °C	Kelembaban relatif 90 - 98%
Pisang	16 - 18 °C	Kelembaban relatif 90 - 98%
Kentang	16 - 18 °C	Kelembaban relatif 90 - 98%
Groceries	16 - 18 °C	Kelembaban relatif 90 - 98%
Daging / ikan – fresh	0 - 1 °C	Kelembaban relatif 90 - 95%
Daging / ikan – frozen	- 18 °C ke bawah	Kelembaban relatif 90 - 95%

di mana:

$$\begin{aligned} \text{Kalor jenis buah pisang hijau (Cp)} &= 3,35 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\ \text{Buah pisang hijau (m)} &= 1 \text{ kg} = 0,33\text{kg/jam} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus beban produk.

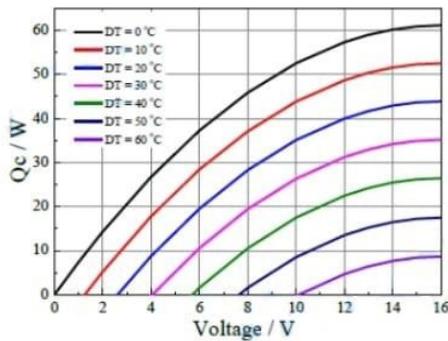
$$\begin{aligned} Q &= m \cdot Cp \cdot \Delta T \\ &= 0,33\text{kg/jam} \cdot 3,35 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (30^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C}) \\ &= 17,6 \text{ kJ/jam} \\ \frac{17,6\text{kJ}}{\text{jam}} \cdot \frac{1}{3600 \text{ detik}} &= 0,0048\text{j/detik} = 0,0048\text{W} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan beban produk buah pisang hijau 1 kilogram mendapatkan sebesar 107,2 W. Hasil beban produk akan ditambahkan dengan beban transmisi.

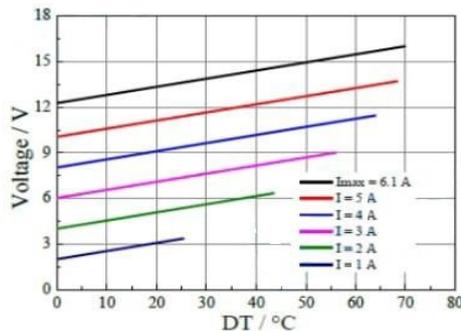
$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= \text{Beban produk} + \text{beban transmisi} \\ &= 0,0048\text{W} + 40,2\text{w} \\ &= 40,2048 \text{ W} \end{aligned}$$

### Menentukan Termoelektrik

Pada tugas akhir ini penulis menentukan spesifikasi termoelektrik berdasarkan hasil dari perhitungan beban produk dengan mendapatkan hasil sebesar 53,6 W. Dengan ini dapat di simpulkan beban produk buah pisang hijau 1 kilo gram memerlukan 2 buah termoelektrik dengan spesifikasi TEC-12706.



Gambar 6. Diagram watt TEC-12706



Gambar 7. Diagram celcius TEC-12706

**Menentukan Panel Surya**

Pada perancangan panel surya ini penulis memilih panel surya 160WP jenis *monocrystalline*. Penulis memilih panel surya ini sesuai dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Spesifikasi panel surya 160WP *monocrystalline*

Spesifikasi	Keterangan
Max. Power (Pmax)	160W
Max. Power Voltage (Vmp)	18,87V
Max. Power Current (Imp)	8,47A
Open Circuit Voltage (voc)	21,51V
Short Circuit Current (Isc)	9.04A
Nominal Operating Cell Temp (NOCT)	46±2°C
Max. System Voltage	1000V
Max. Series Fuse	10A
Weight	8.9Kg
Dimension	1290 x 680 x 28 mm

- a. Diketahui energy konsumsi *Cooler box* = 128,64watt

Jadi :

$$128,64\text{watt} \times 4 \text{ jam} = 514,56 \text{ wh}$$

$$514,56 \text{ wh} : 1000 = 0,51456 \text{ kwh}$$

- b. Menentukan total energy yang dibutuhkan memperhitungkan kerugian (sebesar30%)

$$514,56 \text{ wh} \times 1.3 = 668,928 \text{ wh/hari}$$

- c. Kapasitas daya panel surya

$$\begin{aligned} \text{Total daya panel surya} &: 668,928 \text{ wh/h} \times \left( \frac{1 \text{ kw/m}^2}{4.51 \text{ kwh/m}^2/\text{hari}} \right) \\ &: 668,928 \times 0,2217 \\ &: 148,30 \text{ watt} \end{aligned}$$

- d. Menentukan Jumlah panel

Misal kapasitas panel surya yang sudah disiapkan sebesar 160wp

Maka:

$$: \frac{148,30}{160} = 0,92 \text{ ( dibulatkan menjadi 1 panel )}$$

**Menentukan kapasitas baterai**

Energi yang disimpan oleh batrai akan sama dengan energy yang dapat disediakan oleh panel surya yaitu 668,928 wh/hari. Jika kerugian baterai 10% ( atau efesiensi baterai 90% ) dept of discharge ( DoD ) baterai 40% dan system tegangan baterai 12V dan waktu otonomi baterai beroperasi 1 hari maka:

$$\text{Kapasitas baterai} = 668,928 / 0.9 / 0.6 / 12 = 103 \text{ AH}$$

**Menentukan SCC ( Solar Charger Controller )**

Kapasitas arus SCC ditentukan berdasarkan data arus hubungan singkat panel surya yaitu  $I_{SC} = 8,47$  A dan dikalikan dengan factor keamanan 1.3.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas SCC} &= \text{jumlah panel} \times I_{SC} \times 1.3 \\ &= 1 \times 8,47 \times 1.3 = 46,86 \text{ ( dibulatkan jadi 11 A )} \end{aligned}$$

### Pembuatan cooler box dan dudukan panel surya

Cooler box merupakan tempat untuk meletakkan objek yang akan didinginkan yang berupa Styrofoam dan Dudukan panel surya merupakan tempat untuk panel surya dimana gunanya untuk menghasilkan energi dari matahari menjadi listrik sebagai sumber tegangan untuk cooler box. Langkah-langkah pembuatan cooler box dan dudukan panel suryameliputi sebagai berikut :

#### Mempersiapkan alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan ruang pengering adalah sebagai berikut :

1. Gambar kerja
2. Las listrik
3. Gerinda
4. Bor
5. Solder
6. Kompresor angina
7. Spray gun
8. Stop kontak

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan cooler box dan rangka panel surya terdapat pada tabel berikut :

**Tabel 3.** Bahan Cooler box dan dudukan panel surya

No	Nama Bahan	Ukuran	Jumlah
1	Besi <i>hollow</i>	3.5x3.5 cm, tebal 0,8 mm	2 batang
2	Besi <i>hollow</i>	3x3 cm, tebal 0,8 mm	1 batang
3	Besi siku	3.5x3.5 cm, tebal 1 mm	1 batang
4	Pelat strip	4x1cm	1 batang
5	Elektroda las	Ø 2 x 300 mm	1 kotak
6	Mata gerinda potong	Ø 100 x 1 x 16 mm	5 buah
7	Mata bor	10 mm	1 buah
8	Mata bor	8 mm	1 buah
9	Baut dan mur	12 mm	22 buah
10	Paku <i>rivet</i>	4mm	1 bungkus
11	Cat	Biru	1 kg
12	Tiner	A	2 liter
13	Triplek	3 mm	1 lembar
14	Aluminium foil	10m	1 gulung
15	Roda troli mati	3 inchi	2 buah
16	Roda troli rem	3 inchi	2 buah
17	Lem Kaca	300 ml	1 buah
18	Terminal listrik	15 cm	2 buah

### Pembuatan box

Pembuatan cooler box yang memakai Styrofoam box yang berukuran 395 mm x 300 mm x 250 mm, denganketebalan 20 mm.



**Gambar 8.** Cooler box

*Styrofoam* dilapisidengan isolasi plastik setelah itu dilapisi lagi dengan *aluminium foil* dan direkatkan menggunakan lem fox kayu.



**Gambar 9.** Water blok dan selang

Pemasangan water blok dan selang untuk membuang panas termoelektrik kedalam ember yang sudah disiapkan air

### **Memotong besi hollow**

Pemotongan dilakukan menggunakan gerinda tangan agar ukuran yang diinginkan presisi. Sebelum melakukan pemotongan sebaiknya memperhatikan gambar kerja terlebih dahulu agar tidak ada kesalahan pemotongan



**Gambar 10.** Ukuran dudukan panel surya

Panjang standar besi *hollow* dipasaran adalah 6m, maka dari itu perlu ketelitian pemotongan agar tidak ada bahan yang kurang. Beberapa ukuran potongan yang dilakukan dalam pembuatan *cooler box* adalah sebagai berikut:

1. 3.5x3.5cm, tebal 0,8mm dipotong 139cm sebanyak 2 buah.

2. 3.5x3.5cm, tebal 0,8mm dipotong 68cm sebanyak 2 buah.
3. 3.5x3.5cm, tebal 0,8mm dipotong 10cm sebanyak 4 buah dipotong miring.
4. 3.5x3.5cm, tebal 0,8mm dipotong 20cm sebanyak 2 buah.
5. 3x3cm, tebal 0,8mm dipotong 61cm sebanyak 2 buah.
6. 3x3cm, tebal 0,8mm dipotong 100cm sebanyak 2 buah.
7. 3x3cm, tebal 0,8mm dipotong 100cm sebanyak 2 buah.

#### 4.1.1 Pengelasan besi hollow

Setelah memotong besi *hollow*, dilanjutkan dengan proses pengelasan. Pengelasan dilakukan di rumah dengan mesin las listrik 120A dengan daya listrik 1300watt. Tahapan-tahapan pengelasan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mengelas besi *hollow* bagian atas ukuran 3.5x3.5cm hingga menyerupai persegi panjang dengan ukuran bersih 139x68cm, serta gerinda halus bagian.
2. Mengelas bagian sudut persegi agar berbentuk persegi panjang.



**Gambar 11.** Las Rangka panel surya

3. Mengelas bagian bawah untuk tempat roda rangka agar kuat.
4. Setelah terpasang, dilanjutkan mengelas besi *hollow* bagian tempat panel surya ukuran 3x3cm dibuat persegi sesuai dengan gambar kerja dengan ukuran bersih 68x100cm.
5. Setelah rangka utama selesai, dilanjutkan mengelas siku dengan besi hollow ukuran 3.5x3.5cm dengan ukuran 10cm agar kuat menahan penyangga panel surya.

#### **Finishing rangka utama**

Sebelum finishing, pasang komponen pendukung seperti penguncian. Hasil pengelasan berdampak pada korosi, maka dari itu perlu dilakukan pengecatan. Sebelum melakukan pengecatan, bagian yang di las digerinda halus terlebih dahulu agar permukaannya rata.



**Gambar 12** Proses dempul panel surya

Rangka panel surya didempul untuk menutupi hasil las yang masih berlubang. Setelah dempul mengeras, amplas menggunakan mesin gerinda dengan mata amplas halus, bisa juga menggunakan amplas tangan untuk permukaan yang sulit dijangkau oleh mesin gerinda. Dilanjutkan proses pengecatan, diawali dengan cat dasar berbahan *zinc cromate* untuk antirarat lalu di cat biru.



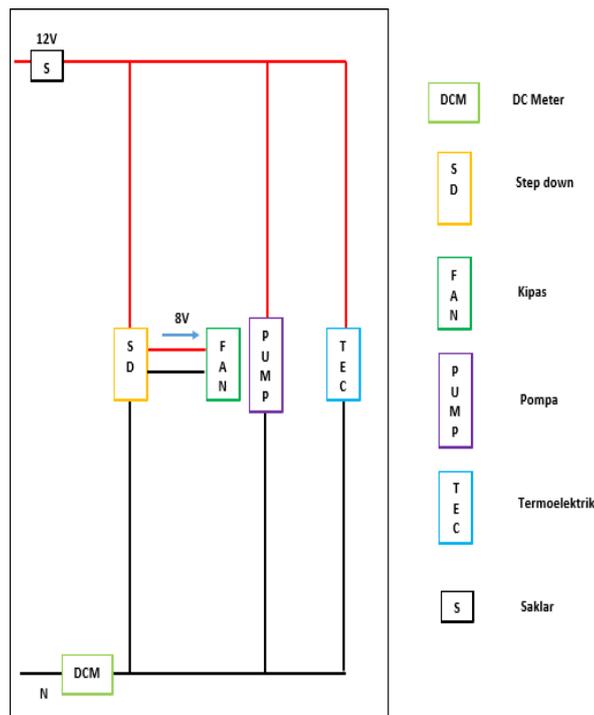
Gambar 13 Finising pengecatan panel surya

### Pemasangan komponen kelistrikan

Komponen kelistrikan merupakan komponen utama dalam pembuatan alat *cooler box*, maka dari itu komponen kelistrikan dipastikan berfungsi dengan normal sesuai fungsinya. Pemasangan komponen kelistrikan terdapat beberapa tahapan sebagai berikut :

1. *Wiring Diagram Kelistrikan cooler box*

*Wiring diagram* kelistrikan merupakan tahapan awal sebelum memasang komponen kelistrikan agar tidak terjadi kesalahan saat pemasangan. Fungsi *wiring diagram* untuk memetakan berbagai jenis beban, kontrol, pengaman, serta alat ukur yang dipasang dalam instalasi alat *cooler box*.



Gambar 14 Wiring diagram cooler box

Pada diagram diatas, arus positif dan negatif terletak berjauhan untuk menghindari konsleting arus listrik. Arus listrik positif dari sumber 12 Volt DC mengalir melalui saklar lalu diteruskan ke *precision* DC meter 3 in 1, *Step down* ke kipas, Pompa 12vdc, dan TEC. Pada positif tegangan terdapat *switch* untuk menghidupkan sistem. Selanjutnya arus positif mengalir ke setiap beban. Jika kontrol semua aktif, semua sistem bekerja secara bersamaan.

**Tabel 4.** Keterangan wiring diagram

No	Simbol	Keterangan	Fungsi
1		Saklar	Sebagai saklar on/off <i>cooler box</i> .
2		<i>Precision</i> DC Meter 3in1	Untuk melihat tegangan, ampere dan watt <i>cooler box</i> .
3		<i>Step Down</i>	Untuk mengatur tegangan kipas agar tetap di 8vdc.
4		Kipas	Untuk menyetabilkan kelembaban pada <i>cooler box</i> .
5		Pompa	Untuk membuang panas dari <i>water blok</i> menggunakan air es.
6		<i>Thermoelectric cooler</i>	Untuk membuat dingin di ruangan <i>cooler box</i> .
7		Kabel positif	Untuk mengalirkan arus listrik positif.
8		Kabel negatif	Untuk mengalirkan arus listrik negatif.

## 2. Mempersiapkan Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pemasangan komponen kelistrikan adalah sebagai berikut :

- Obeng kombinasi (+ dan -)
- Tang kombinasi
- Cutter
- Tespen
- Gunting
- Isolasi kabel

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam pemasangan komponen kelistrikan terdapat pada tabel berikut :

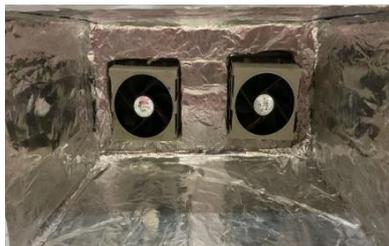
**Tabel 5.** Bahan komponen kelistrikan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	TEC12706	60 Watt, 12 VDC	2 set
2	Brushless submersible water pump	12 Volt, DC, 4.8 Watt	1 set
3	Precision DC Meter 3in1	8-12 Volt DC	1 set
4	Step Down	5-12 VDC	1 set
5	Fan	12 Volt, DC, 0.30 A	2 set
6	Saklar on/off		1 set
7	Kabel	1,5	10 meter
8	Solar charge controller	12 Volt, DC, 30 A	1 buah
9	Terminal	10 blok	2 buah

3. Pemasangan *thermoelectric* dan *fan*.

Sebelum melakukan pemasangan, pertama membuat pangkon *thermoelectric* dan *fan* terlebih dahulu. Pangkon terbuat dari potongan kertas karton yang dibentuk sedemikian rupa agar kuat dan tidak menghalangi sirkulasi udara.

Pangkon elemen pemanas dihubungkan pada rangka menggunakan lem fox. 4 kabel yang terdapat *thermoelectric* dihubungkan ke terminal sumber 12vdc sedangkan *fan* dc di hubungkan ke *stepdown* yang tegangan 8vdc.



**Gambar 15** *Thermoelectric* dan *fan*

4. Pemasangan *step down*

Pemasangan *step down* ada 2 sisi di yang pertama sisi masuknya tegangan 12 vdc dan sisi keluaranya tegangan 8 vdc yang akan memberi tegangan ke *fan*. Dengan memberikan tegangan 8vdc ke fan akan mengurangi kecepatan *fan* agar fan tidak terlalu kencang.



**Gambar 16** Pemasangan *step down*

5. Pemasangan pompa DC

Pompa dc di pasang di ember yg sudah dilubangin sesuai bentuk pompa dan selang, untuk tegangan pompa langsung menuju ke terminal sumber 12vdc



Gambar 17 Pemasangan pompa 12v

5. Pemasangan precision DC meter 3 in 1

Precision DC meter 3 in 1 di pasang di sebelah cooler box dan ada 5 kabel yg dipakai untuk mengukur tegangan untuk kabel kuning dan merah kecil disambungkan ke tegangan 12vdc sedangkan kabel hitam kecil disambungkan ke tegangan *negative*, untuk kabel hitam besar disambungkan ke sumber *negative* dari panel surya sedangkan kabel merah besar disambungkan ke *negative* menuju rangkaian cooler box.



Gambar 17 Pemasangan precision DC meter 3 in 1

## Hasil rancang bangun

Hasil rancang bangun merupakan hasil akhir dari proses pengerjaan dari perancangan alat, pembuatan cooler box dan dudukan panel surya sampai pemasangan komponen kelistrikan. Adapun hasil rancang bangun adalah sebagai berikut :



Gambar 18 Rangka panel surya



Gambar 19 Cooler box

## Pengujian

Pengujian adalah percobaan pada rancang bangun alat untuk memastikan kembali komponen-komponen alat Cooler box berfungsi dengan baik dan dapat melakukan pendinginan. Adapun tahapan-tahapan pengujian adalah sebagai berikut:

A. Mempersiapkan Alat dan Bahan

Adapun alat digunakan dalam pengujian rancang bangun alat cooler box adalah sebagai berikut :

- Hygrometer
- Thermo Anemometer
- precision DC meter 3 in 1
- Timbangan

Sedangkan bahan utama yang digunakan dalam pengujian rancang bangun alat cooler box adalah pisang hijau segar yang baru di petik dan sudah sudah matang.

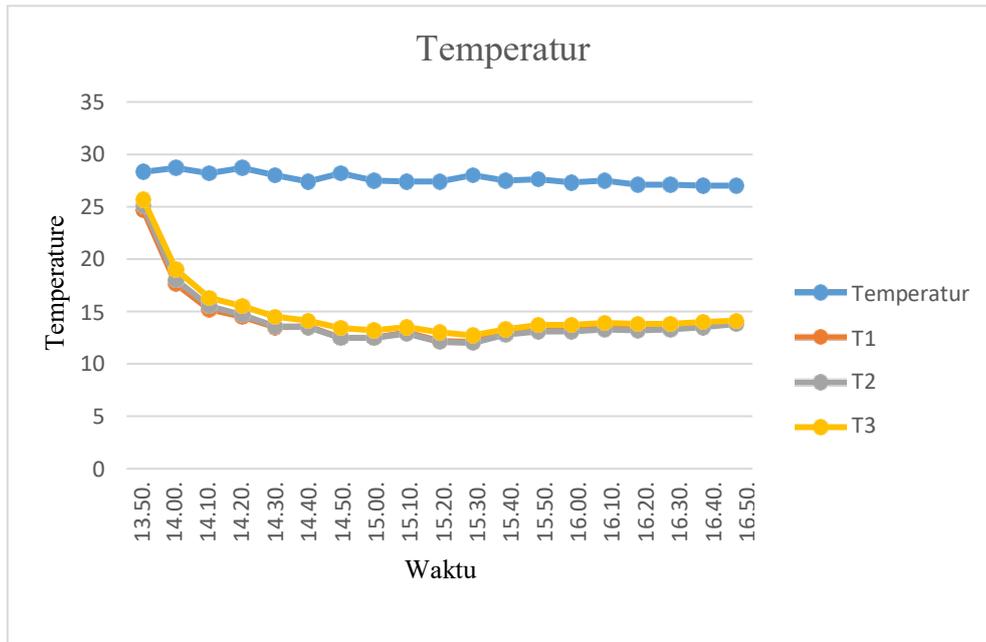
B. Langkah pengoprasian alat

- 1) Memastikan kabel-kabel penghubung dalam kondisi baik tidak terdapat kerusakan sebelum mengoperasikan alat.
- 2) Menghubungkan steker ke sumber listrik 12vdc dan memastikan saklar sudah dalam posisi on.
- 3) Jika tidak menggunakan objek, alat bisa langsung dioperasikan, jika menggunakan objek, menimbang pisang hijau terlebih dahulu untuk mengetahui berat massa. Massa yang direncanakan adalah 1 kg.
- 4) Menghidupkan cooler box.
- 5) Setiap melakukan pengujian, memastikan hydrometer terpasang pada setiap sisi dan sebelum melakukan pengujian, mengukur kecepatan udara kipas terlebih dahulu menggunakan anemometer.

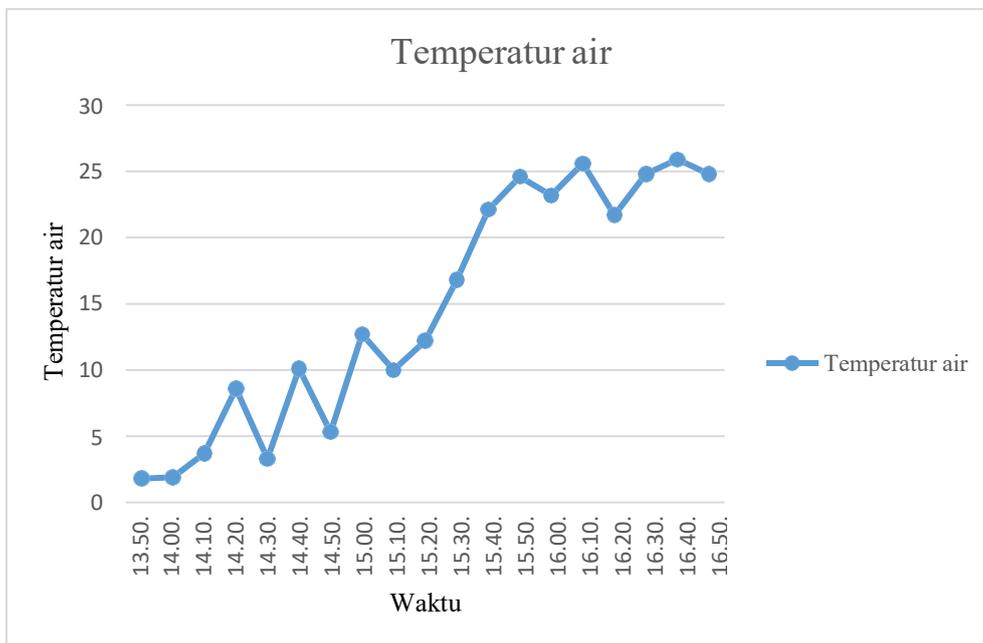
Tabel 6. Pengujian

NO	Waktu (menit)	Temperatur (°C)				RH (%)			Air	V	A	W	K <sub>a</sub>	
		T. Udara luar	T1	T2	T3	RH. Udara luar	RH1	RH2						RH3
1	13.50.	28.3	24.7	25.1	25.7	75	81	77	78	1.8	11.63	5.7	67	4.5
2	14.00.	28.7	17.6	18	19	76	80	79	77	1.9	11.54	5.7	66	4.5
3	14.10.	28.2	15.2	15.5	16.3	75	82	81	77	3.7	11.48	5.7	65	4.5
4	14.20.	28.7	14.5	14.7	15.5	77	85	83	79	8.6	11.48	5.5	64	4.5
5	14.30.	28	13.5	13.6	14.5	78	85	84	80	3.3	11.37	5.6	64	4.5
6	14.40.	27.4	13.6	13.5	14.1	78	92	88	81	10.1	11.38	5.5	63	4.5
7	14.50.	28.2	12.5	12.5	13.4	76	95	85	82	5.3	11.32	5.6	63	4.5
8	15.00.	27.5	12.5	12.5	13.2	78	90	89	83	12.7	11.73	5.4	61	4.5
9	15.10.	27.4	13	12.9	13.5	79	92	93	85	10	11.58	4.4	51	4.5
10	15.20.	27.4	12.2	12.1	13	77	90	91	86	12.2	11.26	5.4	60	4.5
11	15.30.	28	12.1	12	12.7	76	91	98	86	16.8	11.26	5.2	59	4.5
12	15.40.	27.5	13	12.8	13.3	77	98	99	89	22.1	11.26	5.1	58	4.5
13	15.50.	27.6	13.3	13.1	13.7	76	99	99	90	24.6	11.23	5	57	4.5
14	16.00.	27.3	13.4	13.1	13.7	79	99	99	91	23.2	11.13	5	56	4.5
15	16.10.	27.5	13.5	13.3	13.9	77	99	99	92	25.6	11.09	5	55	4.5
16	16.20.	27.1	13.3	13.2	13.8	79	99	99	93	21.7	11.02	5	55	4.5
17	16.30.	27.1	13.4	13.3	13.8	81	99	99	93	24.8	11.01	4.9	54	4.5
18	16.40.	27	13.7	13.5	14	84	99	99	93	25.9	10.98	4.9	54	4.5
19	16.50.	27	13.8	13.8	14.1	83	99	99	94	24.8	10.95	4.9	54	4.5

Perbandingan perjalanan suhu udara di dalam ruangan, suhu sisi dingin termoelektrik, suhu sisi panas termoelektrik dan suhu beban di dalam Cooler box dari waktu ke waktu untuk Cooler box.



Gambar 20 Grafik temperature cooler box



Gambar 21 Grafik temperature air cooler

Berdasarkan data hasil penelitian di menit ke 100 mendapatkan dingin yang maksimal, karena semakin baik pembuangan panas dari peltier akan membuat peltier membuat dingin yang maksimal. Dan jika kita menggunakan air biasa untuk pembuangan panas hasil maksimal yang akan di dapatkan adalah 18 celcius, maka itu menggunakan es sebagai media pembuang panas.

#### 4.2.1 COP Sistem Pendingin

COP dapat Ditentukan dengan persamaan 2.5 yaitu :

$$COP = \frac{Q_{in}}{P_{in}}$$

Jumlah kalor yang diserap oleh sistem ( $Q_{in}$ ) ditentukan dengan menggunakan rumus dibawah:

$$Q_{in} = \sum_{i=1}^n (m \cdot c_p \cdot \Delta T)$$

- Perhitungan Kalor yang diserap oleh pisang hijau ( $Q_{in}$ ) pada Cooler box

$$Q_{in} = (m \cdot c_p \cdot \Delta T) = 1 \text{ kg} \times 3,35 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{C} \times (28^\circ\text{C} - 12,7^\circ\text{C}) = 51,255 \text{ w}$$

- Pisang hijau mencapai temperature konstan pada menit ke-100.

$$\text{maka } Q_{in} = \frac{51,255 \text{ w}}{(100 \times 60) \text{ s}} = 0,0085425$$

- Perhitungan  $P_{in}$  pada Cooler box.

$$P_{in} = 11,26 \text{ V} \times 5,2 \text{ A} = 58,5 \text{ w}$$

- Maka COP dapat ditentukan dengan persamaan di 2.5 .

$$COP = \frac{0,0085425}{58,5} = 0,000146025641$$

## Simpulan

Dari hasil penelitian ini telah dapat dirancang dan dibuat sebuah Cooler box berbasis termoelektrik dengan sumber daya dari panel surya dengan hasil sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan beban pendinginan dan beban produk cooler box dengan ukuran box 395mm x 300mm x 250mm, Panel surya 160 wp, TEC-12706, SCC 20A, Step down 5v, Aki 100 AH, Water Pump 12v, Water block mendapatkan hasil rata-rata 59,2 W.
2. Untuk beban produk buah pisang hijau 1 kilo gram mendapat pendinginan maksimal di dalam cooler box 12,7 celcius
3. COP yang di dapatkan oleh Cooler box adalah 0,000146025641.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan, bimbingan, arahan dan dukungan dari Bapak Dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik. Juga teman sejawat yang telah memberikan masukan serta dukungan dan juga seluruh Dosen dan staf akademik yang telah membantu memberikan fasilitas dan ilmunya dalam penyelesaian penelitian ini

## Referensi/ Reference

- [1] **Amrullah.** (2020). Teknologi Terpadu. Rancang Bangun Cooler Box Berbasis Termoelektrik Dengan Variasi Heatsink , No. 9 Vol. 1.
- [2] **Azridjal Aziz, R. I.** (2017). Design of Portable Beverage Cooler Using One Stage Thermoelectric Cooler (TEC) Module. ACEH: International Journal of Science and Technology.
- [3] **MOH. MASID, T. B.** (2018). Pemanfaatan Panas Panci Yang Terbuang Sebagai Sumber Energi Listrik Aalternatif Berbasis Termoelektrik Generator (TEG). SURABAYA: UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA.
- [4] **Pamor Gunoto, S. S.** (2020). Sigma Teknika. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu Di Ruang selasar , Vol.3, No.2 : 96-106.
- [5] **Terang Ginting Manik, T. B.** (2018). Kinerja Sistem Kotak Pendingin Peltier Tenaga Surya Untuk Penyimpanan Sayur dan Buah. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara .
- [6] **Tomi Alamsyah, A. H.** (2021). Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-crystalline dan Poly-Criystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya. Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak.

- [7] **Bhatt, A.** 2018. Experimental performance of athermoelectriccoolerboxwiththermoelectricposition. *International Journal of Refrigeration*. 11 (1): 1-21.
- [8] **H.Alief.M, Didik.A, Inawati.** 2013. Sistem Pendingin. *Analisa Kondisi Tempat Penyimpanan Menggunakan Thermoelektrik*. 25 (5): 7-17.
- [9] **Iskandar, S.F., Mainil, I.R dan Azridjal Aziz.** 2015. Karakteristik Cooler Box dengan Fluida Kerja Aseton, Filling Ratio 60% pada posisi Horizontal, Kemiringan 45° dan Vertikal. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 14 (1): 28-33.
- [10] **Pratama,L.** 2015. Freezer With 1/6 HP Power and 150 cm in Length Capillary Tube. Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.