

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan alat pendingin tidak pernah lepas dalam hidup manusia. Manusia butuh alat pendingin untuk menyimpan berbagai benda, seperti: bahan baku masakan (sayur, daging, bumbu masak, dll), makanan, dan minuman. Saat ini, alat pendingin yang kerap digunakan adalah lemari pendingin. Lemari pendingin semakin dibutuhkan oleh masyarakat. Hal ini dapat ditandai dengan penjualannya yang semakin lama semakin meningkat.

Pada 2010, contohnya, penjualan lemari pendingin merk Sharp pada bulan April hanya 45.000 unit. Pada bulan Mei, meningkat hingga 73,33%, mencapai 78.000 unit. Kemudian, pada bulan Juni, penjualan mencapai 73.000 unit. Sedangkan, pada bulan Agustus dan September masing-masing mencapai 100.000 unit, naik 66,6% dibandingkan dengan rata-rata penjualan yaitu 60.000 unit per bulan (Kontan, 2010).

Pemakaian teknologi pendingin sekarang masih terdapat berbagai kelemahan. Lemari pendingin memiliki kelemahan, yaitu : memakan ruang (dengan ukuran yang besar), masih banyak memakan daya listrik. Salah satu kelemahan alat pendingin tersebut yang perlu diperhatikan secara khusus yaitu ukuran yang besar. Kulkas tidak praktis untuk dibawa ke mana-mana karena ukurannya yang besar. Sedangkan, barang dengan ukuran praktis dan fungsi yang serupa lebih menarik minat masyarakat sekarang.

Teknologi Termoelektrik dapat menjawab kebutuhan akan alat pendingin tersebut. Akibat sumber pendingin berasal dari sebuah plat kecil dengan ukuran 40x40 mm, Termoelektrik memungkinkan untuk menghasilkan aplikasi pendingin dalam ukuran yang lebih kecil. Selain itu, Termoelektrik hanya membutuhkan energi elektrik untuk menggerakkannya sehingga tidak menimbulkan pencemaran bagi lingkungan.

Disamping itu, dengan adanya kemudahan memiliki sepeda motor mengakibatkan jumlah sepeda motor meningkat pesat. Dengan pertumbuhan dan jumlah sepeda motor yang sangat signifikan ini maka meningkatnya juga jumlah aksesoris motor yang beredar yang mana salah satunya adalah *box* sepeda motor, namun *box* sepeda motor yang ada dipasaran semata hanya digunakan untuk menyimpan barang misalnya helm atau jaket sehingga terpikirlah ide untuk membuat *cool box* yang dapat digunakan untuk menyimpan barang/bahan yang memerlukan kondisi dingin seperti makanan atau minuman atau bahkan dapat digunakan untuk keperluan *delivery* darah (*blood carrier*), vaksin ataupun ASI.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam proyek akhir ini adalah merancang dan membuat *cool box* berbasis termoelektrik pada sepeda motor.

1.3. Batasan Masalah

1. Perhitungan meliputi kekuatan rangka, perhitungan las, dan baut.
2. Beban dalam keadaan statis.
3. Berat profil dalam perhitungan diabaikan.
4. Komponen lain yang tidak dihitung dianggap aman.

1.4. Tujuan dan Manfaat Proyek Akhir

1. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir ini adalah merancang dan membuat *cool box* berbasis termoelektrik pada sepeda motor.

2. Manfaat Proyek Akhir

Proyek akhir ini mempunyai manfaat sebagai berikut:

a. Teoritis

Memperoleh pengetahuan dan pemahaman mengenai perancangan alat serta menciptakan suatu unit rekayasa yang efektif dan efisien dibandingkan alat sejenis yang telah ada.

b. Praktis

Menerapkan ilmu yang sudah diperoleh selama kuliah dengan mengaplikasikannya dalam suatu bentuk karya nyata dalam pembuatan *cool box* berbasis termoelektrik pada sepeda motor dan melatih ketrampilan dalam proses produksi yang meliputi bidang perancangan, pengelasan dan permesinan.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proyek akhir ini dilakukan menurut urutan bab-bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan Laporan Proyek Akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori yang digunakan yang dalam proses pembuatan Proyek Akhir.

BAB III PERENCANAAN DAN GAMBAR

Bab ini berisi pembahasan mengenai perhitungan perancangan rangka, sambungan las dan sambungan baut.

BAB IV PROSES PRODUKSI ALAT *COOL BOX*

Bab ini berisi penjelasan secara lengkap tentang peralatan-peralatan yang digunakan, bahan-bahan yang digunakan, dan langkah-langkah pembuatan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dapat ditarik dari keseluruhan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Rangka

Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan yang lain pada ujungnya, sehingga membentuk suatu rangka kokoh.

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang statika dari suatu beban terhadap gaya-gaya dan juga beban yang mungkin ada pada bahan tersebut. Dalam ilmu statika keberadaan gaya-gaya yang mempengaruhi sistem menjadi suatu obyek tinjauan utama dan meliputi gaya luar dan gaya dalam.

Jenis beban dapat dibagi menjadi:

1. Beban dinamis adalah beban sementara dan dapat dipindahkan pada konstruksi.
2. Beban terpusat adalah beban yang bekerja pada suatu titik.
3. Beban torsi adalah beban akibat puntiran.
4. Beban terbagi adalah beban yang terbagi merata sama pada setiap satuan luas.

Dalam perhitungan kekuatan rangka akan diperhitungkan gaya luar dan gaya dalam.

a. Gaya luar

Adalah gaya yang bekerja diluar konstruksi. Gaya luar dapat berupa gaya vertikal, gaya horizontal, momen lentur dan momen puntir. Pada persamaan statis tertentu untuk menghitung besarnya gaya yang bekerja harus memenuhi syarat kesetimbangan :

$$\sum F_x = 0 \text{ (Resultan gaya yang bekerja pada suatu benda adalah nol)}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ (Resultan gaya yang bekerja pada suatu benda adalah nol)}$$

$$\sum M = 0 \text{ (Resultan momen yang bekerja pada suatu benda adalah nol)}$$

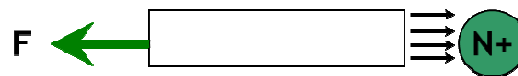
b. Gaya dalam

Adalah gaya – gaya yang bekerja didalam konstruksi sebagai reaksi terhadap gaya luar. Reaksi yang timbul antara lain sebagai berikut :

1. Gaya normal (N)

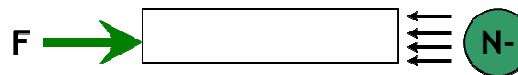
Gaya normal merupakan gaya dalam yang bekerja searah sumbu dan bekerja tegak lurus terhadap bidang balok.

- Gaya normal positif (+) jika sebagai gaya tarik.



Gambar 2.1 Gaya normal positif

- Gaya normal negatif (-) jika sebagai gaya desak.

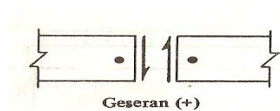


Gambar 2.2 Gaya normal negatif

2. Gaya Geser (S)

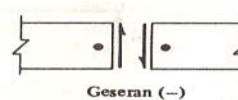
Gaya geser merupakan gaya dalam yang bekerja tegak lurus sumbu balok.

- Gaya geser dianggap positif (+) jika cenderung berputar searah jarum jam.



Gambar 2.3 Gaya geser positif

- Gaya geser dianggap negatif (-) jika cenderung berputar berlawanan arah jarum jam.

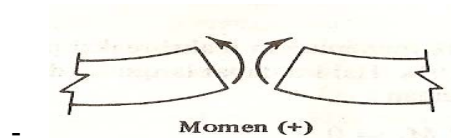


Gambar 2.4 Gaya geser negatif

3. Momen lentur (M)

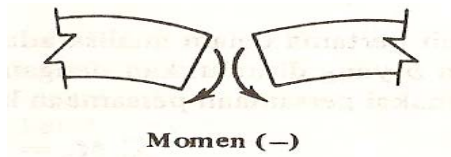
Momen lentur adalah gaya perlawanan dari beban sebagai penahan lenturan yang terjadi pada balok / penahan terhadap kelengkungan.

- Momen lentur positif (+) jika cenderung membengkokan batang cekung ke bawah.



Gambar 2.5 Momen lentur positif

- Momen lentur negatif (-) jika cenderung membengkokan batang cembung ke atas.



Gambar 2.6 Momen lentur negative

Konstruksi rangka bertugas mendukung beban atau gaya yang bekerja pada sebuah sistem tersebut. Beban tersebut harus ditumpu dan diletakan pada peletakan – peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya. Beberapa peletakan antara lain:

a. Tumpuan rol

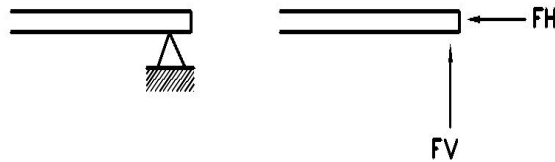
Adalah tumpuan yang dapat menahan gaya tekan yang arahnya tegak lurus bidang tumpuannya. Tumpuan rol tidak dapat menahan gaya yang arahnya sejajar dengan bidang tumpuan dan momen.



Gambar 2.7 Tumpuan rol

b. Tumpuan sendi

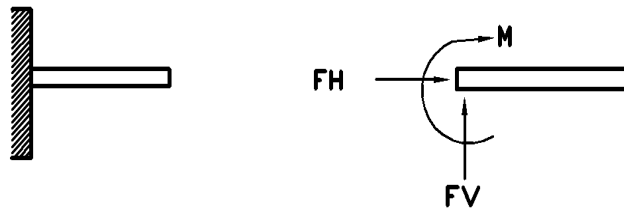
Adalah tumpuan yang mampu menahan gaya yang arahnya sembarang pada bidang tumpuan. Tumpuan sendi dapat menumpu gaya yang arahnya tegak lurus maupun sejajar dengan bidang tumpuan.



Gambar 2.8 Tumpuan sendi

c. Tumpuan jepit

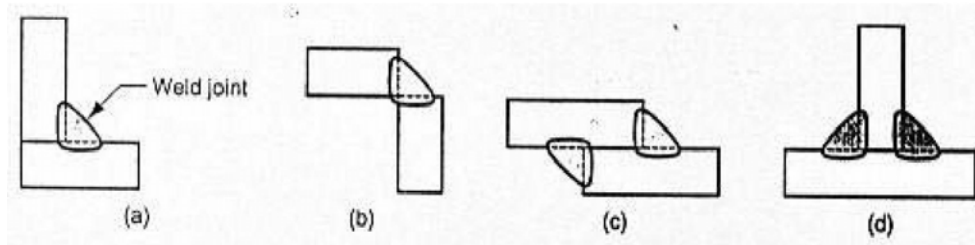
Adalah tumpuan yang dapat menahan gaya dalam segala arah dan dapat menahan momen.



Gambar 2.9 Tumpuan jepit

2.2 Pengelasan

Pengelasan adalah suatu sambungan yang permanen yang mana berasal dari peleburan dari dua bagian yang digabungkan bersama, dengan atau tanpa penggunaan penekanan dan pengisian material. Panas yang dibutuhkan untuk meleburkan material berasal dari nyala api pada las asitelin atau las busur listrik pada las listrik. Pada proses pengerjaan proyek akhir ini menggunakan las listrik untuk membuat rangka. Jenis – jenis sambungan las yang dipakai pada pembuatan alat ini antara lain seperti pada gambar 2.10 dibawah ini.

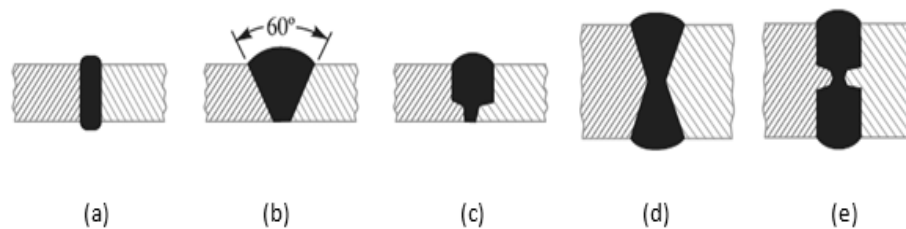


Gambar 2.10 Jenis sambungan las

Keterangan:

- a. Sambungan las sudut dalam
- b. Sambungan las sudut luar
- c. Sambungan las tumpang
- d. Sambungan las T

Biasanya sebelum dilakukan pengelasan busur listrik benda kerja dibuat kampuh atau alur las seperti pada gambar 2.11 dibawah ini.



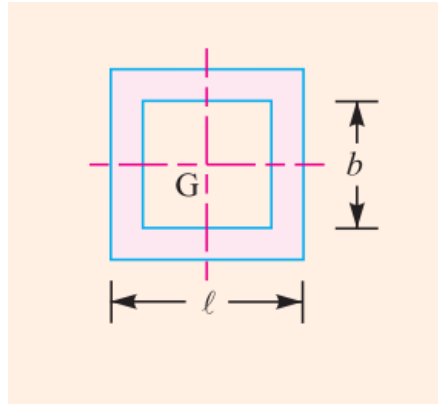
Gambar 2.11 Bentuk alur / kampuh las

Keterangan:

- a. sambungan langsung / tanpa kampuh
- b. sambungan V tunggal
- c. sambungan U tunggal
- d. sambungan V ganda
- e. sambungan U ganda

Perhitungan dalam perencanaan las.

Menghitung Tebal las dari bentuk pengelasan yang dipakai seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Bentuk pengelasan rangka

- Menghitung t (tebal pengelasan)

$$t = s \times \sin 45^\circ = 0.707 s \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

t = tebal lasan (mm)

s = Tebal plat (mm)

- Panjang las minimum dalam proses pengelasan (l)

$$P = 0.707 s \times l \times \tau \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

l = panjang pengelasan (mm)

P = beban yang bekerja (N)

s = Tebal plat (mm)

τ = tegangan geser ($\frac{N}{mm^2}$)

- Dari gambar diatas maka dapat diuraikan pusat titik beratnya

$$Y = \frac{b}{2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Throat Area (A)

$$A = t(2l + 2b) \dots\dots\dots(2.4)$$

➤ Menghitung momen bending

$$M = P \times e \dots\dots\dots(2.5)$$

➤ Menghitung gaya geser (τ)

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.6)$$

➤ Section modulus (Z)

$$Z = t \left[l \cdot b + \frac{b^2}{3} \right] \dots\dots\dots(2.7)$$

➤ Bending stress

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots(2.8)$$

➤ Resultan untuk tegangan geser maksimal

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

P = gaya yang membebani (N)

A = throat area (mm)

Z = Section modulus (mm³)

e = jarak gaya dengan pusat (mm)

σ_b = tegangan bending (N/mm²)

e = jarak gaya dengan pusat titik berat G (mm)

b = tebal plat (mm)

l = lebar plat (mm)

M = Momen (N.mm)

τ = tegangan geser (N/mm²)

2.3 Sambungan Baut

Sambungan baut adalah sambungan yang menggunakan konstruksi ulir untuk mengikat dua atau lebih komponen permesinan. Sambungan baut merupakan jenis dari sambungan semi permanent (dapat dibongkar pasang). Sambungan baut terdiri dari 2 (dua) bagian, yakni Baut (*Bolt*), yakni yang memiliki ulir di bagian luar dan Mur (*Nut*), yakni yang memiliki ulir di bagian dalam.

Ukuran dalam ulir biasanya disertakan dengan huruf (M) kemudian diikuti dengan diameter dan kisarnya. Sebagai contoh M10 x 1,5 artinya ulir dengan diameter luar 10 dan kisar jarak ulir = 1,5 mm.

Perhitungan dalam perencanaan sambungan ulir antara lain menentukan besarnya diameter.

Menghitung diameter dari gaya gesernya.

$$W = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \sigma_t \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana :

d_c = diameter baut (mm)

F = gaya yang bekerja (N)

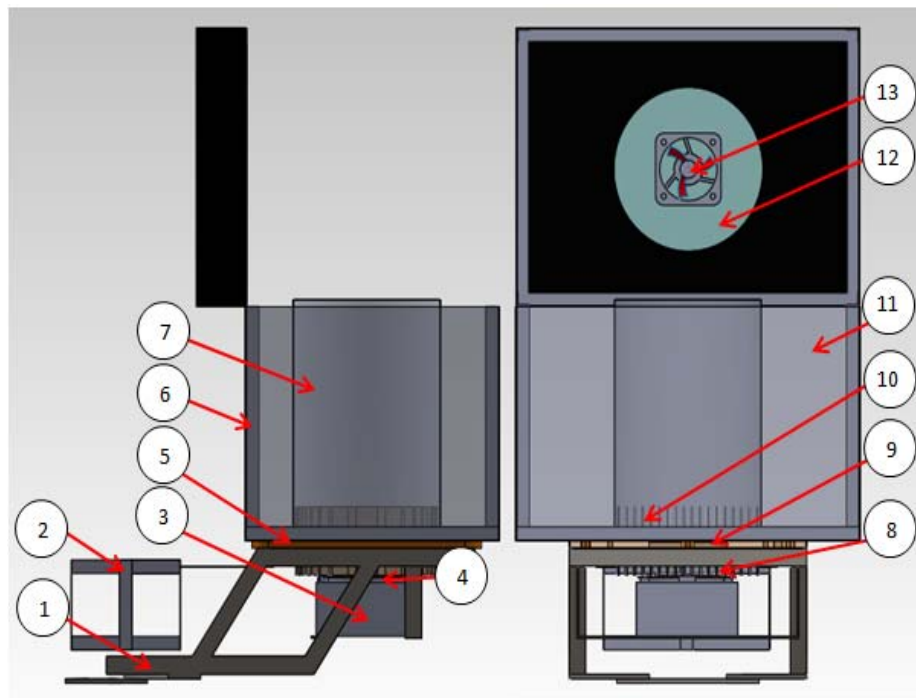
σ_t = tegangan tarik material (N/mm²)

BAB III

PERENCANAAN DAN GAMBAR

3.1 Skema dan Prinsip Kerja Alat

Bagian-bagian alat pendingin *cool box* termoelektrik adalah semua komponen yang mengalami proses permesinan maupun tidak mengalami proses permesinan. Proses permesinan tersebut meliputi proses pengelasan, permesinan, maupun proses pengecatan. Bagian-bagian alat pendingin *cool box* termoelektrik sesuai dengan perencanaannya, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Cool box* berbasis *thermoelectric*

Keterangan :

1. Rangka *cool box*
2. Dudukan baterai
3. Akrilik
4. Kipas Ø 12 cm
5. Dudukan termoelektrik

6. Box motor
7. Ruang pendingin
8. Heatsink sisi panas
9. Termoelektrik
10. Heatsink sisi dingin
11. *Styrofoam*
12. Tutup ruang pendingin
13. Kipas Ø 6 cm

Prinsip kerja dari alat pendingin berbasis termoelektrik ini adalah menggunakan tenaga dari *accu* untuk menghidupkan termoelektrik dan kipas. Pendingin termoelektrik itu sendiri adalah alat pompa kalor yang bekerja menurut prinsip efek peltier. Dalam kerjanya, arus listrik searah (DC) mengalir dalam pendingin termoelektrik yang menyebabkan kalor berpindah dari satu sisi pendingin termoelektrik ke sisi lainnya, sehingga terbentuk sisi dingin dan sisi panas.

Sisi dingin dimanfaatkan sebagai pendingin minuman dan makanan yang ada pada ruang pendingin *cool box*. Sisi dingin termoelektik menyerap suhu panas makanan dan minuman melalui heatsink sisi dingin, suhu panas yang diserap tadi berpindah ke sisi panas termoelektrik untuk didinginkan dengan kipas yang penyalurannya dibantu dengan heatsing sisi panas.

3.2 Perencanaan Alat Pendingin *Cool Box*

Pembuatan alat pendingin *cool box* diperlukan tahapan-tahapan proses, secara garis besar ada 6 tahapan proses, antara lain:

1. Perancangan.

Sebelum membuat alat, dalam hal ini adalah alat pendingin *cool box* terlebih dahulu membuat DR&O (*Design Requirement and Objective*) untuk menjadi dasar untuk merancang. Setelah itu membuat sketsa alat dan mendesign dengan *solidwork*.

2. Pembelian *part*.

Setelah melakukan perancangan maka dapat diketahui part apa saja yang akan digunakan, dan pembelian *part* dilakukan secara bertahap sesuai proiritas bagian alat pendingin *cool box*

3. Proses produksi.

Setelah *part* terkumpul dilanjutkan dengan proses pembuatan menggunakan alat-alat perkakas.

4. Perakitan *part*.

Setelah *part-part* yang dibutuhkan telah selesai dikerjakan dilanjutkan dengan perakitan (*assembly*) *part* sehingga menjadi alat pendingin *cool box*.

5. Pengujian kinerja alat yang telah dibuat.

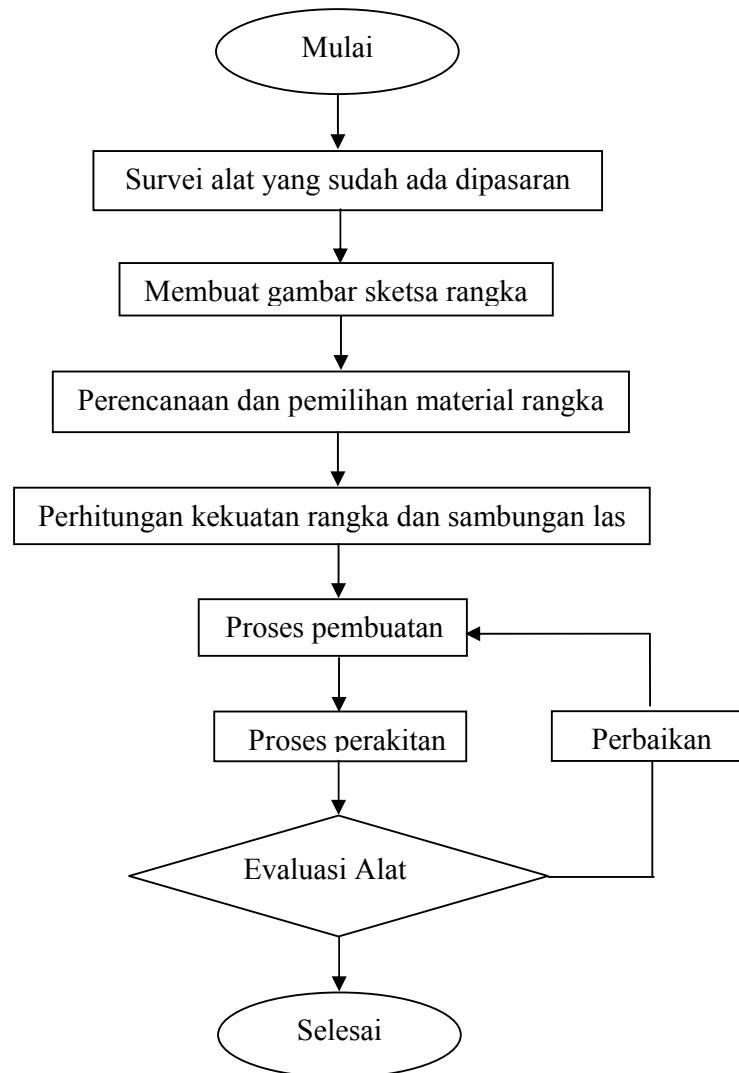
Setelah alat pendingi *cool box* telah selesai dirakit, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kinerja alat.

6. Penyempurnaan

Apabila terdapat komponen (*part*) yang rusak (*troubleshooting*) maka dilakukan perbaikan pada *part* tersebut.

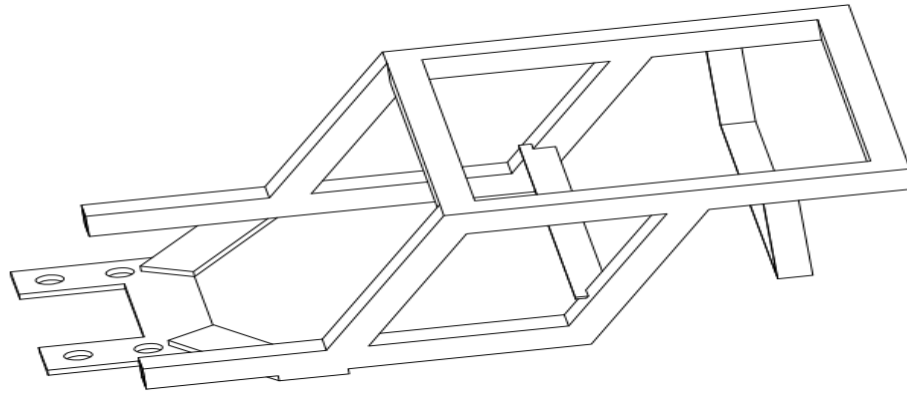
Sebelum melakukan eksekusi tahapan proses produksi, terlebih dahulu diperlukan adanya sebuah perancangan alat pendingin *cool cox* yang dimulai dengan pembuatan DR&O (*Design Requirement and Objective*). Kemudian dari *Design Requirement and Objective* tersebut diwujudkan dalam sebuah gambar menggunakan aplikasi *solidwork*.

Gambar yang diwujudkan dari DR&O adalah gambar tiga dimensi, lalu dijadikan gambar dua dimensi sebagai acuan proses produksi. Proses perancangan alat pendingin *cool box* seperti terlihat pada *flowchart* dibawah ini:



Gambar. 3.2 *Flow Chart* Perencanaan dan Perhitungan.

3.3 Perencanaan Konstruksi



Gambar 3.3 Sketsa rangka

3.3.1 Perencanaan Rangka

Perhitungan uraian gaya yang bekerja:

- Gaya berat dari box:

$$\text{Massa 1 heatsink} = 500 \text{ gr} \Rightarrow 2 \text{ buah heatsink} = 500 \text{ gr} \cdot 2 = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 1 kipas} = 100 \text{ gr} \Rightarrow 2 \text{ buah kipas} = 100 \text{ gr} \cdot 2 = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 1 buah box} = 3 \text{ kg}$$

$$\text{Massa 1 buah kayu} = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$$

$$\text{Masaa styrofoam} = 0,05 \text{ kg}$$

$$\text{Massa thermoelectric} = 0,05 \text{ kg}$$

$$\text{Massa minuman dan makanan} = 5.5 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total} = \text{massa heatsink} + \text{massa kipas}$$

$$+ \text{massa box} + \text{Massa kayu} + \text{massa minuman dan}$$

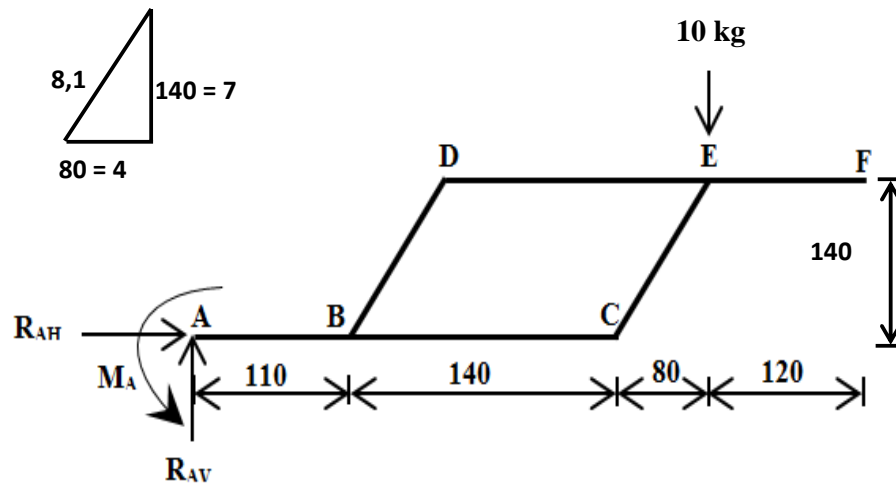
$$\text{makanan} + \text{massa thermoelectric} + \text{massa styrofoam}$$

$$= 1 \text{ kg} + 0,2 \text{ kg} + 3 \text{ kg} + 0,2 \text{ kg} + 5.5 \text{ kg} + 0,05 \text{ kg} + 0,05 \text{ kg}$$

$$= 10 \text{ kg}$$

$$W = m_{\text{total}} \cdot g$$

$$= 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 100 \text{ N}$$



Gambar 3.4 Rangka

Reaksi penumpu

$$\sum F_H = 0 \quad R_{AH} = 0$$

$$\sum F_V = 0 \quad R_{AV} = 0$$

$$R_{AV} - 10 = 0$$

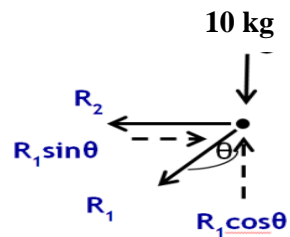
$$R_{AV} = 10 \text{ kg}$$

$$\sum M_A = 0 \quad M_A - F \cdot X = 0$$

$$M_A - 10 \cdot 330 = 0$$

$$M_A = 3300 \text{ kg.mm}$$

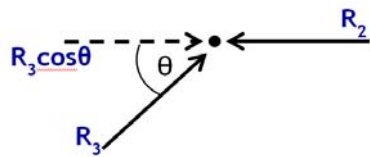
Titik kumpul di E



Gambar 3.5 Reaksi pada titik kumpul E

- $\sum F_V = 0$
 $10 - R_1 \cos \theta = 0$
 $10 = R_1 \cos \theta$
 $R_1 = 10 \cdot \frac{8,1}{7} = 11,6$ (desak)
- $\sum F_H = 0$
 $R_2 - R_1 \sin \theta = 0$
 $R_2 = R_1 \sin \theta$
 $R_2 = 11,6 \cdot \frac{4}{8,1} = 5,7$ (desak)

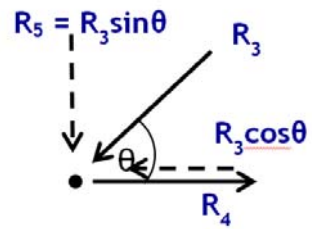
Titik kumpul D



Gambar 3.6 Reaksi pada titik kumpul D

- $\sum F_H = 0$
 $R_3 \cos \theta - R_2 = 0$
 $R_2 = R_3 \cos \theta$
 $5,7 = R_3 \cdot \frac{4}{8,1}$
 $R_3 = 5,7 \cdot \frac{8,1}{4} = 11,6$ (desak)

Titik kumpul di B



Gambar 3.7 Reaksi pada titik kumpul B

- $\sum F_V = 0$

$$R_5 = R_3 \sin \theta$$

$$R_5 = 11,6 \cdot \frac{7}{8,1}$$

$$R_5 = 10$$

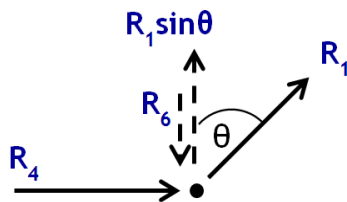
- $\sum F_H = 0$

$$R_4 = R_3 \cos \theta$$

$$R_4 = 11,6 \cdot \frac{4}{8,1}$$

$$R_4 = 5,7 \text{ (desak)}$$

Titik kumpul di C



Gambar 3.8 Reaksi pada titik kumpul C

- $\sum F_V = 0$

$$R_6 = R_1 \sin \theta$$

$$R_6 = 11,6 \cdot \frac{4}{8,1}$$

$$R_6 = 10$$

2. Tegangan pada rangka

Rangka yang ingin dipakai berupa besi *hollow square* St 37 dengan dimensi 20mm x 20mm x 2mm

a. Luas (A)

$$\begin{aligned} A &= b^2 - h^2 \\ &= 20^2 - 16^2 \\ &= 400 - 256 \\ &= 144 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Faktor keamanan (S_f) = 4

c. Tegangan tarik bahan ($\sigma_{max \text{ bahan}}$) = $\frac{\sigma_s}{S_f} = \frac{370}{4} = 92,5 \text{ N/mm}^2$

d. Tegangan tarik pada rangka ($\sigma_{tarik \text{ rangka}}$) = $\frac{F}{A} = \frac{103,4 \times 10}{144} = 7,2 \text{ N/mm}^2$

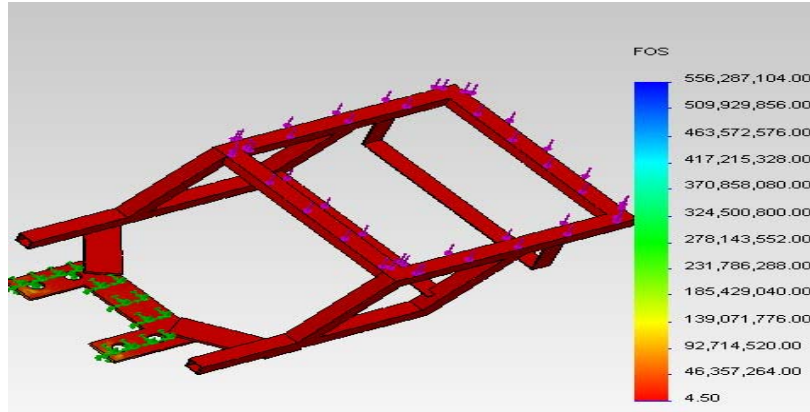
Karena $\sigma_{tarik \text{ rangka}} < \sigma_{max \text{ bahan}}$ maka pemilihan rangka dengan bahan besi *hollow square* St 37 dengan dimensi 20 mm x 20 mm x 2 mm aman untuk menahan beban.

3.3.2 Simulasi Analisa Kekuatan Rangka

1. Faktor Keamanan (*Factor of Safety/FOS/SF*)

Factor Of Safety merupakan sesuatu yang sangat penting karena dengan diketahuinya keamanan suatu struktur maka tingkat kegagalannya akan jauh berkurang. *Factor Of Safety* merupakan faktor keamanan dari suatu material/bahan.

Pada rangka *cool box* berbasis termoelektrik ini, nilai FOS terkecil adalah 4,5 yang berarti rangka ini aman diberi beban sebesar 100 N. Nilai FOS tersebut dapat dilihat pada gambar 3.9.



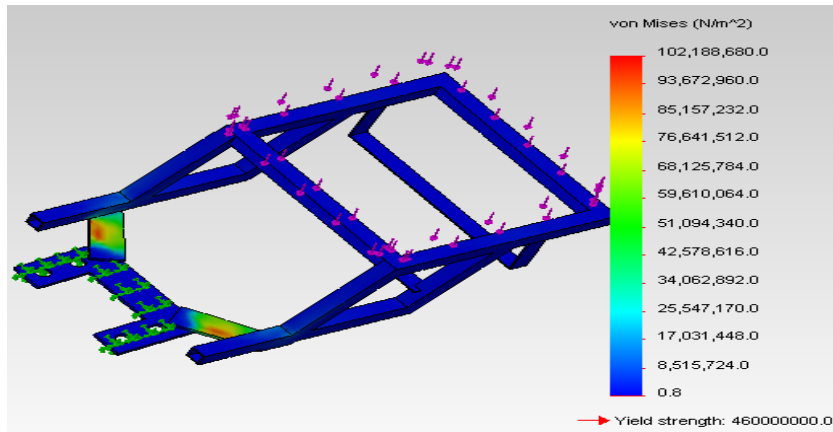
Gambar 3.9 *Factor of Safety*

2. Tegangan *Von Mises*

Metode *Von Mises* menunjukkan area tegangan material maksimal dan minimal yang diterima part dari beban yang diberikan. Material akan rusak stress mencapai tingkat tertentu.

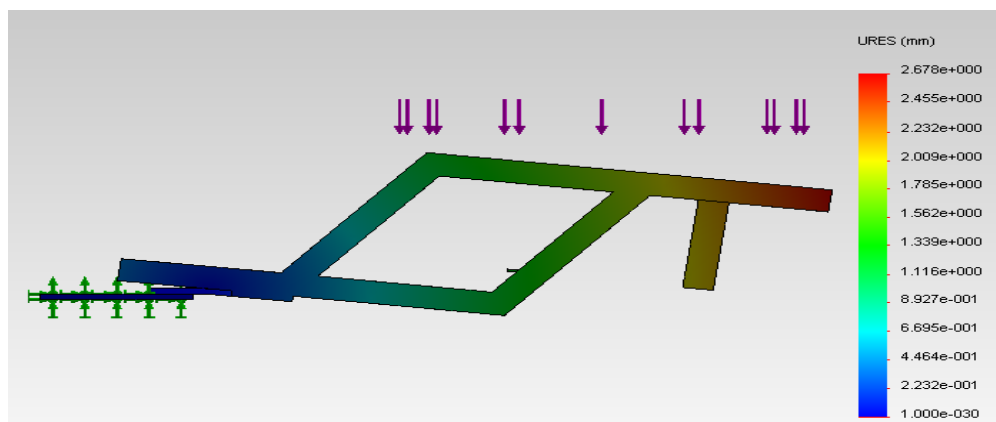
Metode *Von Mises* memiliki keakuratan lebih besar dibanding metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. Tegangan *Von Mises* itu sendiri merupakan kriteria kegagalan untuk jenis material ulet.

konstuksi dari material tersebut dapat dinyatakan dinyatakan aman atau tidak dapat menggunakan hasil analisis ini dimana jika tegangan *Von Mises* lebih kecil dari *yield strength* material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman. Nilai Tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 102,188 MPa dapat dilihat seperti pada gambar 3.10.

Gambar 3.10 Tegangan *Von Mises*

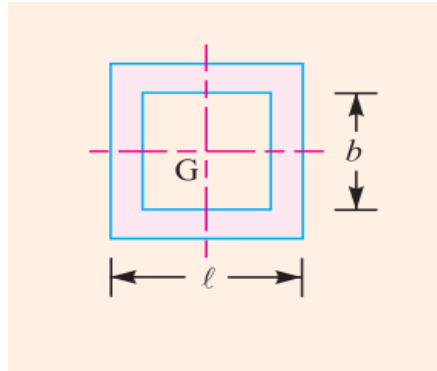
3. Perubahan Bentuk (*Displacement*)

Displacement adalah perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya. Analisa ini untuk menunjukkan pergeseran dan perubahan bentuk yang dialami setelah menerima beban dalam satuan millimeter. Dalam hal ini, melengkung. Hasil analisis dari aplikasi solidworks 2011 yang dilakukan menyebabkan *displacement* maksimal 2,678 mm, seperti gambar 3.11.

Gambar 3.11 *Displacement*

3.4 Perencanaan Pengelasan

Perhitungan berdasarkan tipe pengelasan seperti pada gambar 3.16 di bawah ini.



Gambar 3.11 Bentuk pengelasan

Dari data hasil perhitungan diatas diambil beban terberat untuk dilakukan perhitungan yaitu 100 N.

Diketahui : $b = 20 \text{ mm}$

$$l = 20 \text{ mm}$$

$$e = 150 \text{ mm}$$

$$P = 100 \text{ N}$$

$$t = 0,707 \text{ s}$$

safety factor = 4

$$\tau_{max} = \frac{370}{4} = 92,5 \text{ N/mm}$$

1. Throat Area (A)

$$A = t(2l + 2b)$$

$$= 0,707 \text{ s} (2.20 + 2.20)$$

$$= 56,56 \text{ s}$$

2. Menghitung tegangan geser (τ)

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{100 \text{ N}}{56,88 \text{ s}} \\ &= \frac{1,76}{\text{s}} \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

3. Menghitung momen bending

$$\begin{aligned}M &= P \times e \\ &= 100 \times 150 \\ &= 15000 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

4. Section modulus (Z)

$$\begin{aligned}Z &= t \left[l \cdot b + \frac{b^2}{3} \right] \\ &= 0,707 \text{ s} \left[20 \cdot 20 + \frac{20^2}{3} \right] \\ &= 0,707 \text{ s} (400 + 133,33) \\ &= 377 \text{ x s N/mm}^2\end{aligned}$$

5. Tegangan bending

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{M}{Z} \\ \sigma_b &= \frac{15000}{377 \text{ x s}} \\ &= \frac{39,7}{\text{s}} \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

6. Resultan untuk tegangan geser maksimal

$$\tau_{maks} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2}$$

$$92,5 = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{39,7}{s}\right)^2 + 4 \left(\frac{1,76}{s}\right)^2}$$

$$92,5 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1536,64}{s^2} + \frac{12,39}{s^2}}$$

$$92,5 = \frac{1}{2} \times \frac{39,8}{s}$$

$$92,5 = \frac{19,6}{s}$$

$$s = \frac{19,6}{92,5}$$

$$= 0,212 \text{ mm}$$

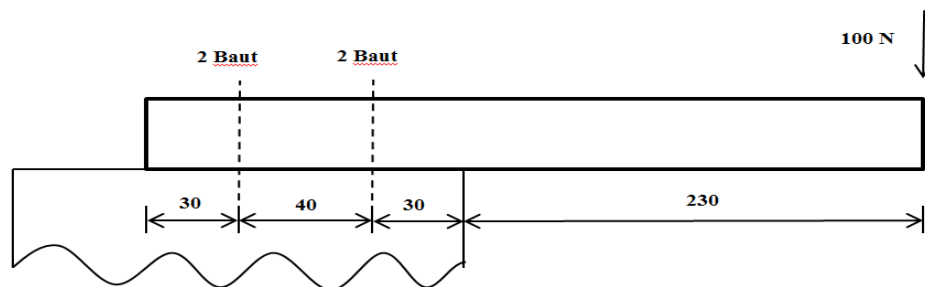
$$t = 0,707 \cdot s$$

$$= 0,707 \cdot 0,212$$

$$= 0,15 \text{ mm}$$

Jadi tebal pengelasannya sebesar 0,15 mm \rightarrow 3 mm.

3.5 Perencanaan Baut



Gambar 3.12 Perencanaan bau

t

Material baut st 34 $\rightarrow \sigma_t = 340 \text{ MPa}$

- Beban per baut

$$W_{t1} = \frac{W}{n} = \frac{W}{4} = 0,25 W$$

- Beban baut per satuan jarak

$$W = \frac{W \cdot L}{2(L_1^2 + L_2^2)}$$

$$W = \frac{W \cdot (230)}{2(30^2 + 70^2)}$$

$$W = \frac{230W}{1160}$$

$$W = \frac{W}{50,4}$$

- $W_{t2} = W \cdot L_1$

$$W_{t2} = \frac{W}{50,4} \times 30$$

$$W_{t2} = 0,59 W$$

- $W_{t \text{ total}} = W_{t1} + W_{t2}$

$$W_{t \text{ total}} = 0,25 + 0,59$$

$$W_{t \text{ total}} = 0,84W$$

- $W_{t \text{ total}} = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \sigma_t$

$$0,84W = \frac{\pi}{4} \times 6,466^2 \times 340$$

$$0,84W = \frac{\pi}{4} \times 41,8 \times 340$$

$$W = \frac{\pi \times 41,8 \times 340}{4 \times 0,84}$$

$$W = 13288,1 \text{ N}$$

Karena $W_{\text{beban}} < W_{\text{mak baut}}$ maka pemilihan baut M8 aman untuk menahan beban.

BAB IV

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

4.1 Proses Produksi.

Hal utama yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses produksi adalah persiapan. Persiapan merupakan bagian terpenting di dalam mewujudkan sebuah rancangan menjadi sebuah alat atau produk yang bisa digunakan. Dengan melakukan persiapan diharapkan operator mengetahui apa yang akan dikerjakan dalam proses produksi.

4.1.1. Alur Pembuatan (*Flow Of Process*)

Alur pembuatan menunjukkan langkah-langkah secara garis besar pembuatan alat pendingin *cool box termoelektrik*. Dalam pembuatan alat pendingin *cool box termoelektrik* ini terdiri dari 8 sub *assembly*, yaitu:

1. Rangka.
2. Box motor.
3. Pendingin termoelektrik.
4. *Heatsink*.
5. Kipas.
6. Styrofoam.
7. Dudukan termoelektrik.
8. Dudukan baterai.

4.1.2. Alat dan Bahan

A. Peralatan yang digunakan.

Tabel 4.1 Peralatan yang digunakan dalam proses produksi

No.	Nama Alat	No.	Nama Alat
1.	Mesin bubut.	12.	Penitik.
2.	Mesin frais.	13.	Palu.
3.	Mesin bor.	14.	Penggores.

4.	Mesin gerinda.	15.	Dail indikator.
5.	Mesin las.	16.	Kikir.
6.	Alat pemotong plat.	17.	Kunci-kunci (ring,pas).
7.	Alat penekuk plat.	18.	Peralatan keselamatan kerja.
8.	Gunting plat.	19.	Bor tangan.
9.	Penyiku.	20.	Amplas.
10.	Gergaji besi.	21.	Dail protektor.
11.	Tang.	22.	Ragum.

B. Bahan yang digunakan.

Tabel 4.2 Bahan-bahan yang digunakan pada proses produksi

No.	Nama Bahan	No.	Nama Bahan
1	Alumunium Ø180 mm, panjang 80 mm.	8.	Styrofoam 1200 mm x 600 mm x 50 mm
2.	Besi <i>hollow square</i> 20 mm x 20 mm, panjang = 3000 mm, tebal = 2 Mm	9.	Elektroda Ø 2,6 mm.
3.	Plat alumunium 1200 mm x 2200 mm, tebal = 0.5 mm.	10.	Mur, baut, dan ring
4.	Besi profil L 15 mm x 15 mm, panjang = 7000 mm, tebal 1 mm.	11.	Dempul.
		12.	Cat besi.
		13.	Epoxy.
		14.	Thinner.
		15.	Kabel serabut Ø 2 mm.

5.	Paku keling 3.5 mm.	16.	Sealer kaca.
6.	Alteko.	17.	Tenol
7.	Busa peltier.		

4.1.3. Langkah Pengerjaan

Langkah pengerjaan alat pendingin *cool box termoelektrik* meliputi pembuatan rangka *cool box*, pembuatan box motor, pembuatan dudukan termoelektrik, pembuatan *heatsink*. Berikut langkah pengerjaan bagian-bagian alat pendingin *cool box termoelektrik*:

1. Rangka *cool box*

Bahan yang digunakan:

- a. Besi *hollow square* ukuran panjang 3 m, lebar 20 mm, dan tebal 20 mm.
- b. Plat besi ukuran panjang 3 m, lebar 20 mm, dan tebal 2 mm.

Langkah pengerjaan :

1. Potong besi *hollow square* dengan ukuran panjang:
 - 1330 mm, 1 buah.
 - 285 mm, 2 buah.
2. Potong plat (besi tebal 2 mm) dengan ukuran panjang:
 - 50 mm, 4 buah.
 - 270 mm, 2 buah.
3. Potong plat besi (besi tebal 2 mm) dengan ukuran panjang:
 - 10 mm, 4 buah
4. Membentuk *hollow square* dengan panjang 1330 mm, dengan di gergaji sedalam 18 mm sehingga mudah untuk ditekuk (rangkaian A).
5. Kemudian menekuk pada bagian yang digergaji, kemudian di las titik.

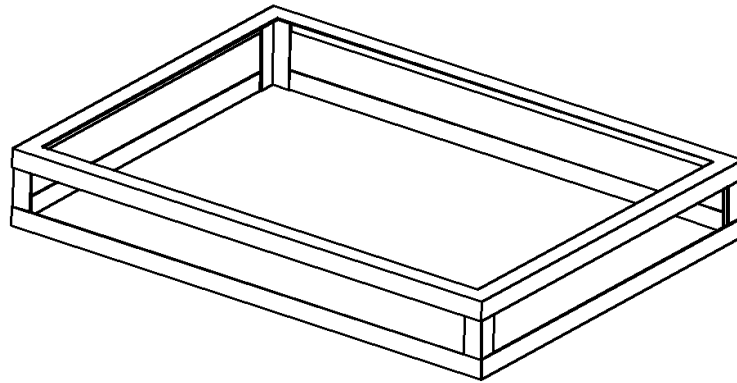
6. Rangkai besi *hollow square* dengan panjang 285 mm (2 buah), dengan di gergaji sedalam 18 mm sehingga mudah untuk ditebuk (rangkaian B).
7. Kemudian menekuk pada bagian yang di gergaji membentuk sudut 125 derajat.
8. Rangkai plat besi ukuran 270 mm (2 buah) dan plat besi ukuran 50 mm (4 buah) sehingga membentuk profil “U” kemudian di las titik (rangkaian C).
9. Gabungkan rangkaian C dan rangkaian B tadi dengan rangkaian A.
10. Menggabungkan plat besi ukuran 10 mm (2 buah) pada ujung bawah antara rangkaian A dan B, kemudian di las titik.
11. Mengebor diameter 16 mm pada plat besi ukuran 10 mm (2 buah), kemudian menggabungkan pada plat besi yang dipasang pada rangkaian utama tadi.
12. Bagian-bagian yang dilas titik kemudian dilas penuh. Bagian-bagian yang sudah dilas titik, dilas penuh sehingga menjadi rangka seperti pada gambar 4.1.



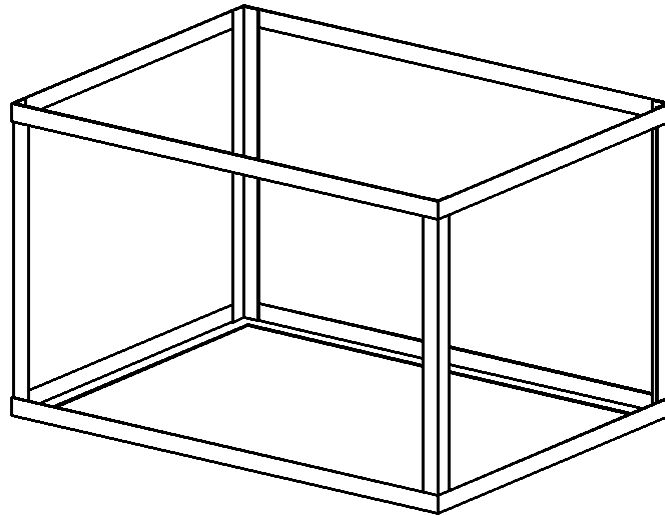
Gambar 4.1. Desain rangka *cool box*.

2. Box motor

- Rangka box
 - a. Besi profil L dipotong sesuai dengan ukuran gambar desain.
 - b. Besi profil L digerinda pada ujungnya membentuk sudut sesuai dengan gambar desain.
 - c. Plat besi 15 mm x 15 mm dipotong sesuai dengan ukuran pada gambar desain.
 - d. Besi profil L dan plat besi dibor $\text{Ø } 3.5 \text{ mm}$, sesuai ukuran pada gambar untuk pemasangan paku keling.
 - e. Potongan-potongan profil L dan plat besi tadi selanjutnya dirangkai, kemudian diseting sesuai posisi dan dilas pada titik-titik yang berhubungan.
 - f. Bagian-bagian yang sudah dilas titik, dilas penuh sehingga menjadi rangka.

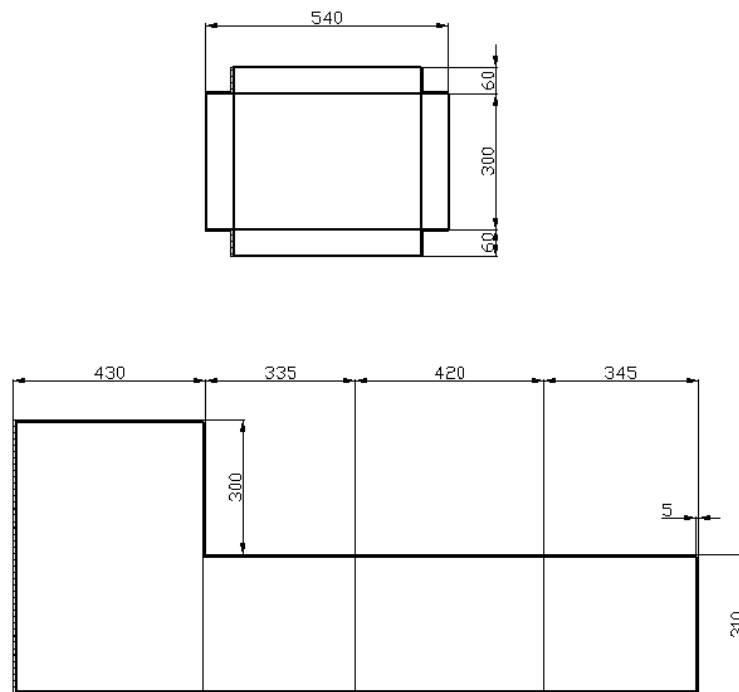


Gambar 4.2. Pengelasan rangka penutup box motor



Gambar 4.3. Pengelasan rangka box motor bawah

- Plat penutup box.
 - a. Plat aluminium dipotong dengan bentuk dan ukuran sesuai gambar desain dibawah ini.



Gambar 4.4. Ukuran pemotongan plat

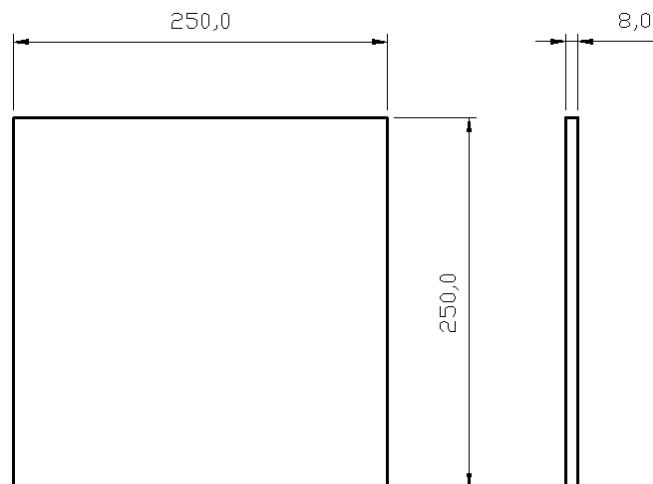
- b. Pada setiap ujung sisinya ditebuk dengan ukuran 5 mm dari tepi menggunakan alat penekuk plat.
- c. Setelah itu dibentuk persegi dengan alat penekuk plat.
- d. Plat yang sudah ditebuk, selanjutnya dibor dengan bor $\text{\O} 3.5$ mm. Sesuai pada gambar desain untuk pemasangan paku keling.



Gambar 4.5. Pembuatan box motor

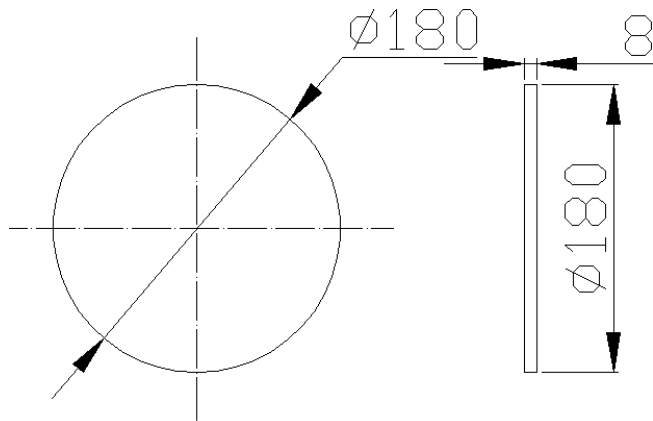
3. Dudukan Termoelektrik

- a. Kayu dengan tebal 8 mm dipotong dengan ukuran 250 mm x 250 mm.



Gambar 4.6. Pemotongan kayu dudukan termoelektrik persegi

- b. Kayu dengan tebal 8 mm dipotong melingkar dengan diameter 180 mm.



Gambar 4.7. Pemotongan kayu dudukan termoelektrik lingkaran

- c. Kayu persegi dan lingkaran tersebut digabungkan pada senternya menggunakan lem kayu.
- d. Tunggu beberapa menit supaya kayu menyatu.
- e. Kemudian dibor dengan $\text{Ø } 8 \text{ mm}$ sebanyak 4 titik dan $\text{Ø } 4 \text{ mm}$ sebanyak 4 titik.
- f. Kayu yang sudah menyatu dipahat membentuk persegi seperti gambar 4.8.

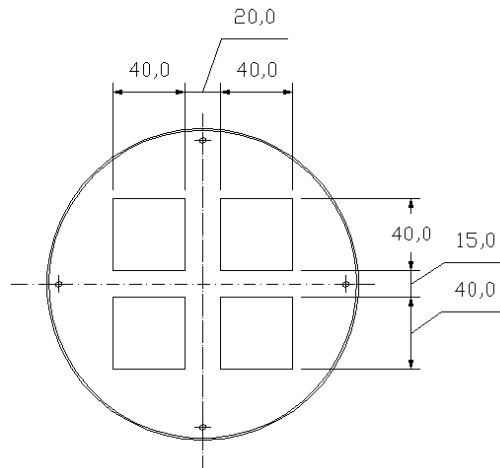


Gambar 4.8 Pembuatan dudukan termoelektrik

- g. Kemudian dibor dengan $\text{Ø } 8 \text{ mm}$ sebanyak 4 titik dan $\text{Ø } 4 \text{ mm}$ sebanyak 4 titik.

4. Pembuatan *heatsink*

- a. Alumunium Ø 180 mm, panjang 8 mm dipotong menjadi dua buah dengan ukuran 3.7 mm dan 3.7 mm.
- b. Alumunium Ø 180 mm panjang 3.7 mm dibubut *facing* menjadi panjang 3.5 mm pada kedua sisinya.
- c. Alumunium Ø 180 mm, panjang 3.5 mm di frais menjadi bentuk persegi sebanyak 4 persegi, dengan tebal 8 mm seperti pada gambar desain.



(a)



(b)

Gambar 4.9. (a). Desain *heatsink*, (b). Proses pengerjaan *heatsink*.

- d. Benda kerja dibalik kemudian difrais membentuk sirip dengan jarak antar sirip 8 mm dan ketebalan sirip 2 mm sedalam 20 mm.
- e. Benda kerja dibor Ø 4 mm sebanyak 4 titik.
- f. Ulangi langkah b – e pada alumunium yang satunya.

4.2. Proses Pengecatan

Langkah-langkah proses pengecatan antara lain:

1. Siapkan Alat dan bahan.
2. Amplas semua bagian yang akan dicat.
3. Dempul bagian yang kurang rata.
4. Amplas bagian yang didempul supaya rata.
5. Cuci bersih komponen yang akan dicat.
6. Keringkan komponen yang akan dicat.
7. Cat lapisan dasar dengan *epoxy*.
8. Amplas kembali yang sudah sudah kering dengan amplas halus sampai rata.
9. Cat semua komponen.
10. Jemur semua komponen yang sudah di beri lapisan cat sampai kering.



Gambar 4.9. Proses Pengecatan

4.3. Proses Perakitan

Perakitan merupakan tahap terakhir dalam proses perancangan dan pembuatan suatu mesin atau alat, dimana suatu cara atau tindakan untuk menempatkan dan memasang bagian-bagian dari suatu alat yang akan digabung menjadi satu kesatuan menurut pasangannya, sehingga akan menjadi alat yang siap digunakan sesuai dengan fungsinya.

Beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum memulai perakitan komponen, antara lain:

1. Disiapkan semua alat-alat bantu untuk proses perakitan.
2. Komponen siap dipakai atau dipasangkan.
3. Mengetahui jumlah komponen yang akan dirakit.
4. Mengetahui cara pemasangan dan urutan perakitan komponen dengan benar.

4.3.1. Komponen yang Dirakit

Komponen-komponen mesin pembuat serbuk jamu yang dirakit, antara lain:

1. Rangka *cool box*
2. Akrilik
3. Kipas sisi panas
4. Termoelektrik
5. Styrofoam
6. Box motor
7. Ruang pendingin
8. *Heatsink* sisi panas
9. *Heatsink* sisi dingin
10. Tutup ruang pendingin
11. Kipas sisi dingin
12. Dudukan baterai
13. Baterai

4.3.2. Langkah Perakitan

Langkah-langkah perakitan alat pendingin *cool box*:

1. Menyiapkan rangka dan *spare part* yang akan dirakit.
2. Memasang rangka box motor pada sepeda motor.
3. Memasang dudukan termoelektrik pada box motor.

4. Memasang *heatsink* sisi dingin pada ruang pendingin.
5. Memasang ruang pendingin dan heatsik sisi panas pada dudukan termoelektrik.
6. Memasang styrofoam pada box motor.
7. Memasang termoelektrik pada dudukan termoelektrik.
8. Mengolesi termopasta pada *heatsink* sisi panas.
9. Memasang *heatsink* sisi panas pada dudukan termoelektrik.
10. Memasang tutup ruang pendingin pada tutup box motor.
11. Memasang styrofoam pada tutup box motor.
12. Menggabungkan tutup box motor dengan box motor.
13. Memasang pengunci box motor.
14. Memasang kipas 1 pada tutup ruang pendingin.
15. Memasang kipas 2 pada rangka.
16. Memasang box motor dan dudukan batrai pada rangka
17. Memasang batrai pada dudukan batrai.
18. Merangkai kelistrikan sesuai rangkaian.

4.4. Hasil Pengujian

Pengujian mesin pendingin berbasis Termoelektrik berupa uji fungsional yang bertujuan untuk mengetahui apakah hasil rancang bangun yang dibuat dapat berfungsi sesuai dengan desain yang diharapkan. Jika tidak sesuai harus dilakukan modifikasi sampai menghasilkan unjuk kerja yang baik. Setelah dilakukan pengujian pada putaran alat tersebut, diperoleh hasil yang cukup baik dengan suhu yang diperoleh $17,5^{\circ}\text{C}$ dengan beban 5 kaleng dalam waktu 60 menit, dengan suhu lingkungan sebesar 30°C .

Daya tahan baterai sekitar 8 jam dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{\text{baterai}} = 12 \text{ V}$$

$$V_{\text{cool box}} = 12 \text{ V}$$

$$I_{\text{baterai}} = 35 \text{ Ah}$$

$$I_{\text{cool box}} = 4 \text{ A}$$

$$\frac{\text{energi baterai}}{\text{energi coolbox}} = 0$$

$$\frac{V_{\text{baterai}} \cdot I_{\text{baterai}} \cdot t_{\text{baterai}}}{V_{\text{cool box}} \cdot I_{\text{cool box}} \cdot t_{\text{cool box}}} = 0$$

$$t_{\text{cool box}} = \frac{12 \text{ V} \cdot 35 \text{ A} \cdot 1 \text{ Jam}}{12 \text{ V} \cdot 4 \text{ A}}$$

$$t_{\text{cool box}} = \frac{420 \text{ watt} \cdot \text{Jam}}{48 \text{ watt}}$$

$$t_{\text{cool box}} = 8,75 \text{ Jam}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan alat *cool box* berbasis Termoelektrik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Material konstruksi yang digunakan pada alat ini adalah besi *hollow square* ST.37 dengan dimensi 20 mm x 20 mm x 2 mm.
- b. Dimensi rangka yang sudah dibuat adalah 450 mm x 290 mm x 140 mm.
- c. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai σ tarik rangka < σ ijin bahan, maka rangka dinyatakan aman.
- d. Berdasarkan hasil simulasi, data yang didapat yaitu nilai:
 1. Nilai FOS maksimal adalah 4,5
 2. Nilai *Von Mises* maksimal adalah 102,188 Mpa
 3. Nilai *Displacement* maksimal 2,678 mm.
- e. Suhu yang dihasilkan *cool box* sebesar 17,5° C dengan beban 5 kaleng bervolume 33 mL.
- f. Daya tahan baterai 8,75 jam.

5.2 Saran

Penyempurnaan mesin pendingin berbasis Termoelektrik di masa yang akan datang maka saran yang harus dilakukan adalah :

- a. Menambahkan sistem pengisian pada baterai alat pendingin berbasis Termoelektrik agar alat tersebut bisa digunakan lebih lama.
- b. Penggunaan termoelektrik yang lebih berkualitas dapat meningkatkan kinerja alat.
- c. Memperbesar volume *cool box* berbasis termoelektrik.
- d. Menambahkan *casing* aki sebagai penutup aki.