

## BAB III

### DESAIN DAN MANUFAKTUR

#### 3.1 KONSEP DESAIN

Pada desain alat ini, digunakan temperatur *cool box* tanpa beban, sekitar 2 - 5 °C sebagai acuan. Desain ini juga merupakan perbaikan dari desain sebelumnya. Berdasarkan kebutuhan-kebutuhan tersebut, maka perlu digambarkan pemikiran-pemikiran umum yang mendasari perancangan alat ini :

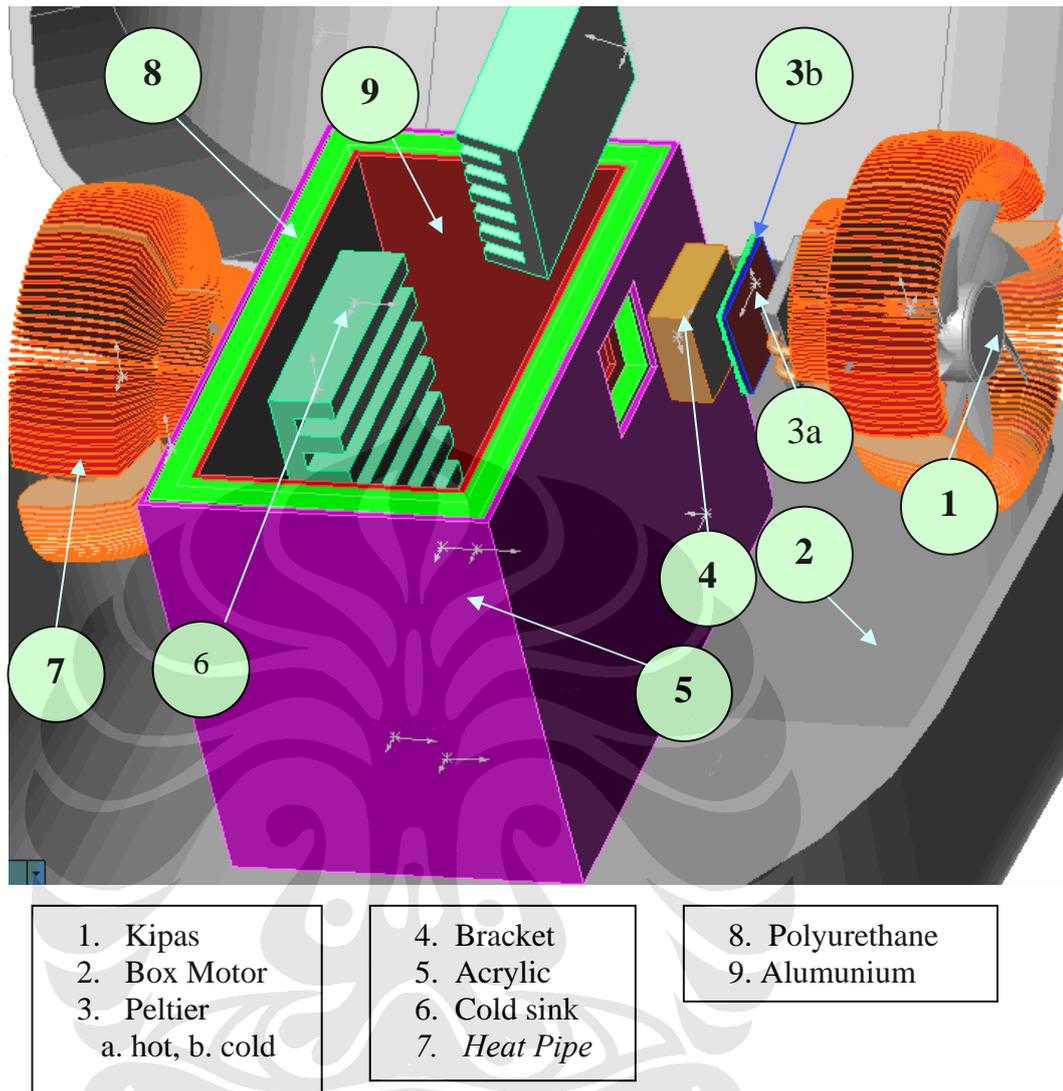
- Menggunakan 2 buah elemen peltier. Elemen peltier digunakan karena bentuknya yang ringkas dan tidak menggunakan *refrigerant* sebagai media perpindahan kalor.
- Elemen peltier disusun paralel secara termal dan seri secara kelistrikan. Disusun secara paralel secara termal, agar didapat  $\Delta T$  yang semakin tinggi, sehingga kalor yang dilepas semakin besar. Sedangkan disusun secara seri secara kelistrikan, agar diperoleh nilai arus listrik yang optimal, karena jika disusun paralel akan memberikan hambatan total yang kecil sehingga arus yang dibutuhkan sangat besar untuk tegangan kerja yang sama.
- Plat konduktor ( alumunium ) digunakan untuk mempercepat penyerapan panas pada ruang, pada sisi-sisi ruang yang didinginkan.
- Supaya sistem ini memiliki kemampuan untuk mempertahankan dingin yang tinggi, diperlukanlah suatu material tambahan yaitu *bracket* alumunium yang dipasang antara peltier sisi dingin dengan plat konduktor ruang pendingin.
- *Heat Pipe-Fan* berfungsi untuk menjaga  $T_h$  peltier tidak terlalu tinggi, sehingga  $T_c$  yang dicapai dapat menjaga temperatur ruang pada kisaran yang dibutuhkan. *Heat Pipe-Fan* ini merupakan pengganti *Heatsink-Fan* pada penelitian sebelumnya.
- Karena prinsip kerja peltier menggunakan prinsip  $\Delta T$ , yaitu Temperatur dingin maksimal = Temperatur panas maksimal -  $\Delta T$ , maka supaya dapat mencapai temperatur sisi dingin yang maksimum, pada sisi panasnya temperatur harus ditekan serendah mungkin.

- Untuk mengoptimalkan proses pelepasan kalor, tidak cukup hanya dengan konveksi alami mengingat tingginya temperatur yang dihasilkan oleh sisi panas peltier. Maka dari itulah digunakan metode konveksi paksa yaitu dengan menggunakan *fan*.
- Dalam penyusunan antara plat ruang pendingin, *bracket*, peltier, dan *heat sink*, pasti terdapat rongga – rongga atau sela – sela berukuran mikro yang dapat menyebabkan tidak meratanya proses transfer kalor antar komponen. Untuk itu diperlukanlah suatu material yang bersifat konduktor dan mampu mengisi ruang – ruang atau celah – celah kosong tersebut. Material yang digunakan berupa pasta dengan daya hantar thermal yang tinggi sekaligus memiliki sifat melekatkan sehingga membantu menjaga posisi komponen – komponen yang saling bersentuhan supaya tidak bergeser – geser sewaktu benda dioperasikan.
- Untuk mengoptimalkan proses pendinginan, diperlukan suatu isolasi pada sistem ini. Isolasi ini diletakkan pada sisi luar plat pendingin ruangan dan seluruh sisi ruang pendinginan. Isolasi ini harus memiliki sifat isolator yang sangat baik mengingat letaknya sekaligus posisinya sebagai pembatas sistem pendinginan.
- Bodi dari alat ini harus memiliki sifat isolator, tahan bantur, tidak berbahaya dan bereaksi bila bersentuhan dengan kulit, serta tahan terhadap tekanan vakum, sehingga proses pendinginan dalam sistem menjadi optimal.
- Karena dalam operasionalnya alat ini bersifat portable dan cenderung diletakkan pada kendaraan bermotor, maka sumber daya yang digunakan dikonsentrasikan ke sumber arus searah (DC) dari motor yaitu aki.

### 3.2 DESAIN ALAT

Dalam mendesain alat *box carrier* tentunya mengacu pada ukuran komponen – komponen lainnya seperti peltier, plat, *heat sink*, ruang pendinginan dan ukuran komponen – komponen pelengkap lainnya, selain ukuran juga mengacu pada nilai estetika dan biaya karena tentunya inti dari disain alat ini berorientasi pada tiga hal yaitu fungsi, estetika, dan biaya.

Pada Gambar 3.1 secara detail komponen – komponen cool box.



Gambar 3.1 Desain *Cool Box*

### 3.2.1 PEMILIHAN MATERIAL

Dalam memilih material komponen – komponen yang diperlukan tentunya kita melihatnya dari sisi kualitas, harga, dan ketersediaan yang ada di pasaran. Sebagai rinciannya akan dijelaskan sebagai berikut :

- Plat Ruang Pendingin

Plat ruang pendingin berfungsi untuk menyerap kalor dari ruang pendingin untuk ditransfer ke peltier. Oleh karena itu, plat ini harus memiliki sifat daya hantar kalor yang tinggi ( berfungsi sebagai penyerap kalor utama

dalam sistem pendingin, ibarat evaporator dalam skema refrigerasi ), mampu menyimpan dingin untuk mempertahankan dingin ruangan sewaktu tutup dibuka saat operasi, mudah dibentuk sesuai keinginan, anti karat (mencegah kemungkinan terjadinya kondensasi pada ruang pendingin), dan tidak bereaksi dengan kulit maupun dengan tube darah ataupun darah. Berdasarkan hal tersebut dan dengan melihat benda yang ada di pasaran digunakanlah plat aluminium dengan ketebalan 2 mm.

- Bodi

Fungsi dari bodi ini ialah memberikan suatu bentuk utama dari benda, mampu dibuat tanpa harus secara massal, memiliki sifat isolator baik kalor maupun listrik, tidak terbuat dari material yang mudah bereaksi dengan kulit, memiliki tingkat *yield strength* yang tinggi (mampu menahan tekanan sekitar 3 psi dibawah tekanan atmosfer), tahan bentur, dan untuk memudahkan pengamatan selama pengujian, bodi dibuat dari bahan yang bersifat transparan. Berdasarkan kriteria tersebut, dipilihlah material acrylic yang dijadikan sebagai material bodi. Ukuran acrylic adalah 24x16x20 cm<sup>3</sup> dengan tebal 4 mm

- Isolasi

Fungsi dari isolasi ini ialah membatasi proses serapan kalor supaya hanya terjadi pada ruang pendingin dan tidak menyebar ke bodi dan sekitarnya. Sekaligus pula untuk mencegah masuknya kalor dari luar sistem pendingin. Maka dari itu isolasi harus memiliki sifat isolator yang bagus / daya hantar kalor yang sangat rendah (daya hantar kalor yang sangat rendah karena berfungsi sebagai pembatas utama antara sistem dengan lingkungan), mudah dibentuk sesuai keinginan, dan elastis (supaya dapat mengisi rongga – rongga yang muncul akibat kurang ratanya komponen – komponen yang ada seperti tutup, plat ruang pendingin, dan bodi).

Isolasi pada alat ini pada akhirnya menggunakan dua jenis yaitu Polyurethane : digunakan sebagai isolasi sekeliling plat ruang pendingin dan bagian tutup ; avaflex : digunakan sebagai isolasi tambahan tutup untuk memberikan sifat isolator yang elastis pada tutup.

### 3.3 PEMBUATAN ALAT

Proses pembuatan alat ini sangat bervariasi tergantung dari komponen – komponennya. Ada yang langsung dibeli, ada yang harus dibuat khusus (*customize*), ada yang harus diproses lebih lanjut, dan lain – lain. Semuanya mengacu pada ketersediaan komponen di pasaran. Untuk lebih jelasnya dapat dirinci sebagai berikut :

- Pembuatan bodi

Berdasarkan pemilihan material, bodi harus berbahan dasar acrylic. Untuk mendapatkan bentuk sesuai dengan desain yang diinginkan maka pembuatan *casing* dilakukan oleh *workshop* yang spesialisasi usahanya dibidang pengerjaan *acrylic*. Bahan dasar yang digunakan ialah plat acrylic dengan ketebalan bervariasi namun yang umumnya ialah sesuai dengan ketebalan bodi yaitu 4 mm.

- Pembuatan plat ruang pendingin

Berdasarkan pemilihan material, plat yang digunakan ialah plat aluminium. Dengan melihat ketersediaan komponen di pasaran sekaligus harga, maka dipilihlah plat aluminium dengan ketebalan 2 mm. Untuk pembuatan ruang pendingin dengan menggunakan material aluminium pun dilakukan oleh *workshop* yang spesialisasi usahanya dibidang pembentukan pelat untuk alat-alat rumah tangga seperti panci, oven dan lain-lain. Bahan baku yang digunakan adalah pelat aluminium. Bahan dasarnya menggunakan lembaran plat aluminium setebal 2 mm, lalu plat aluminium itu diukur – ukur sesuai ukuran dan dibuat polanya karena plat ruang pendinginnya akan dibentuk dengan cara membengkokkan, bukan dengan menggunakan perekat atau las. Setelah dipotong, lalu proses pembengkokan dilakukan dengan mendudukan plat pada cetakan, lalu dibentuk dengan menggunakan palu sesuai keinginan. Untuk menempelkan kedua ujung akhir, dilakukan dengan mempertemukan kedua ujung akhir plat, lalu dibengkokkan bersamaan. Sehingga terjadi proses perekatan tanpa menggunakan perekat dan las.

- Pembuatan isolasi

Isolasi dalam alat ini ada 2 yaitu isolasi polyurethane, dan avaflex . Untuk polyurethane didapat dengan membeli polyurethane lembaran yang ada

di pasaran. Proses pengerjaannya ialah dengan memotong polyurethane tadi menjadi berukuran sesuai dengan yang diinginkan baik itu dari segi panjang dan lebar, maupun ketebalan itu sendiri. *Polyurethane* merupakan polimer campuran antara *diisocyanate* dan *polyol*. Fungsi isolasi *Polyurethane* adalah untuk mencegah terjadinya perpindahan panas dari atau keluar sistem. Agar kalor pada ruang pendingin tidak bocor maka isolasi ini dibentuk menyelimuti bagian ruang pendingin. Keunggulan dari isolasi *polyurethane* adalah :

- ❖ Konstanta konduktivitas kalor yang kecil sebesar 0,020 - 0,035 W/mK sehingga dapat berfungsi sebagai isolasi termal.
- ❖ Mudah dibentuk, karena memiliki densitas yang kecil sehingga desain dapat dilakukan dengan hambatan yang sedikit.

Untuk isolasi avaflex, diperoleh dari bahan – bahan sisa alat – alat pendingin yang tidak terpakai. Proses pembuatan sama dengan pembuatan polyurethane yaitu dengan memotong avaflex menjadi bentuk yang diinginkan dengan menggunakan cutter.

- Pembuatan *bracket*

*Bracket* aluminium menggunakan bahan dasar yang ada di lab yaitu silinder pejal aluminium diameter 100 cm dengan panjang 200 cm. Karena *bracket* yang diperlukan memiliki ukuran 40 mm x 40 mm x 20 mm, maka diperlukan proses pemotongan. Dilakukan proses pemotongan pertama yaitu penentuan ketebalan *bracket* sebesar 20 mm. Dalam pemotongannya diberikan ketebalan lebih 2 mm untuk menjaga bila terjadi kesalahan tidak disengaja pada proses pemotongan.

- Peltier

Peltier didapat dengan cara membeli langsung benda yang ada di pasaran. Berdasarkan hasil survey, dipilihlah peltier berukuran 40 mm x 40 mm x 3,5 mm dikarenakan ketersediaan benda di pasar dan juga tinjauan harga.

- *Heat pipe*

*Heat pipe* didapatkan dengan melakukan survey ke pasar dan mencari komponen yang tersedia. *Heat pipe* yang digunakan menggunakan *heat sink processor komputer*.