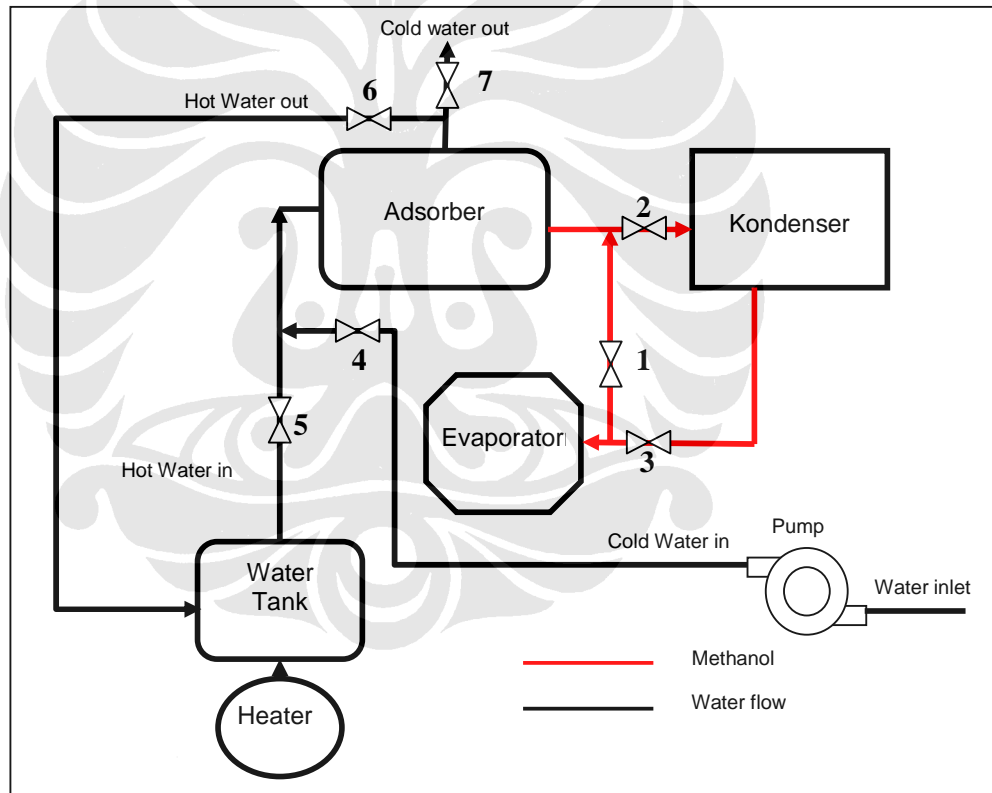


BAB III

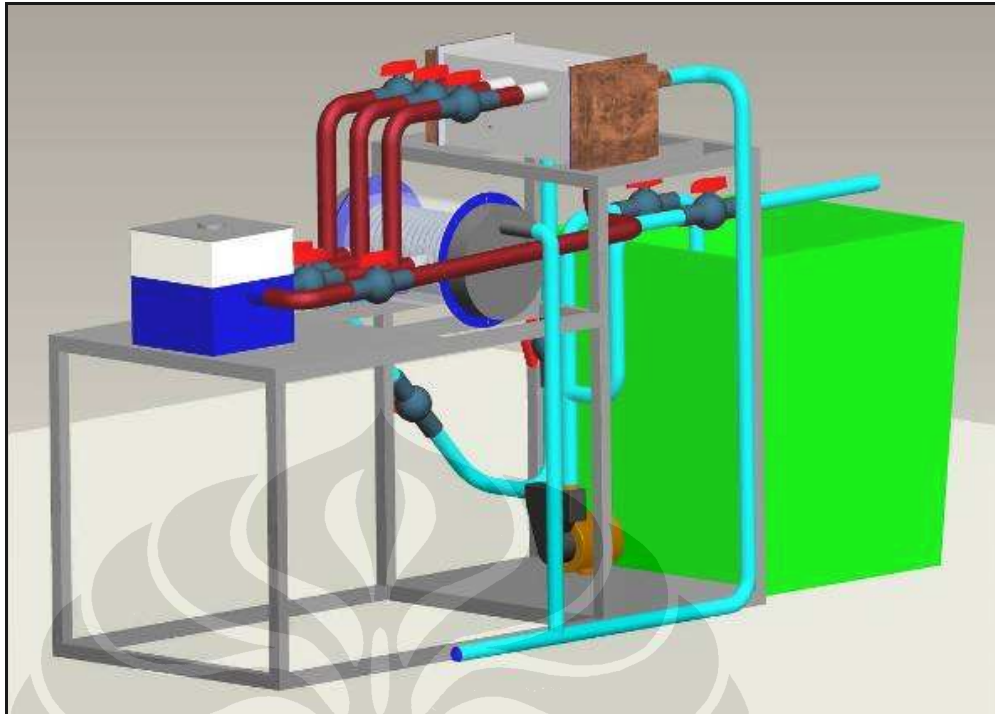
DESAIN SISTEM REFRIGERASI ADSORPSI

3.1 SISTEM REFRIGERASI ADSORPSI

Desain dan peralatan sistem refrigerasi dengan menggunakan prinsip adsorpsi yang direncanakan pada percobaan kali ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 Skema sistem refrigerasi adsorpsi



Gambar 3.2 Desain sistem refrigerasi adsorpsi

Komponen-komponen yang dibutuhkan untuk membuat sistem tersebut ialah sebagai berikut:

3.2 ADSORBER

Sebagai komponen utama dari keseluruhan sistem, adsorber yang dipakai adalah adsorber yang bahan dasarnya dari tempurung kelapa dengan aktifator CaCl_2 . Karbon aktif yang digunakan dalam adsorber ini memiliki karakteristik sebagai berikut :

Tabel 3.1 Karakteristik tempurung kelapa

Parameter	Hasil
%Kadar Air (Moisture in Analysis)	7.8
Kadar Abu (Ash Content)	0.4
Kadar Yang menguap (volatile matter)	80.80
Karbon Aktif Murni (Fixed carbon)	18.80

Karbon aktif yang digunakan dalam bentuk serbuk atau granular, kemudian dibentuk menggunakan cetakan. Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini dicetak dengan ukuran diameter 18 cm dan tebal 1,5 cm.

Hal ini berdasarkan asumsi dan perhitungan sebagai berikut:

- Aliran methanol per gram karbon aktif adalah 6 mmol, dan massa molar (MR) methanol yang digunakan adalah 32.04 gr/mol.
- Massa methanol yang diserap per-gram karbon aktif adalah:

$$m = nxMR$$

$$m = 6\text{mmol} / \text{gram} \cdot 32,04\text{gram} / \text{mol}$$

$$m = 0.192\text{gram}$$

Maka massa methanol per gram karbon aktif adalah 0.192 gram/gram karbon aktif.

- Asumsi air yang akan dijadikan es adalah 1kg, penurunan suhu (delta) $\Delta T = 32^\circ\text{C}$.
- Massa methanol yang harus diserap untuk membuat es 1 kg dengan penurunan suhu sebesar 32°C adalah sebagai berikut:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T + m \cdot L$$

$$m_{\text{meth}} \cdot hfg_{\text{meth}} = m_{\text{air}} \cdot cp_{\text{air}} \cdot \Delta T_{\text{air}} + m_{\text{air}} \cdot L_{\text{air}}$$

$$m_{\text{meth}} \cdot 1100\text{kJ} / \text{kg} = 1\text{kg} \cdot 4.18\text{kJ} / \text{kg} \cdot 32^\circ\text{C} + 1\text{kg} \cdot 333.7\text{kJ} / \text{kg}$$

$$m_{\text{meth}} = \frac{467.46\text{kJ}}{1100\text{kJ} / \text{kg}} = 0.424\text{kg} \approx 0.5\text{kg}$$

Maka massa methanol yang harus diserap untuk menjadikan 1 kg air menjadi es dengan penurunan suhu 32°C adalah 0.5 kg methanol.

- Massa Karbon aktif yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk menyerap 0.5kg methanol adalah sebagai berikut:

$$\text{Massa karbon aktif} = \frac{500\text{gram}}{0.192\text{gr} / \text{gr.karbon}} = 2604.167\text{gram karbon aktif}$$

Maka massa karbon aktif yang digunakan untuk menyerap karbon aktif 0.5 kg adalah 2.7 kg

- Dengan asumsi efisiensi penyerapan adalah 60%, maka massa karbon aktif yang digunakan adalah :

$$m = \frac{2.7}{0.6} = 4.5 \text{ kg}$$

- Konsentrasi methanol yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 98%
- Dengan demikian kerja Adsorben dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{ads} = m_{ads} \cdot C_p \cdot (\Delta T)$$

atau

$$Q_{ads} = k_{ads} \cdot A_{ads} \cdot (\Delta T)$$

Dengan penjelasan sebagai berikut:

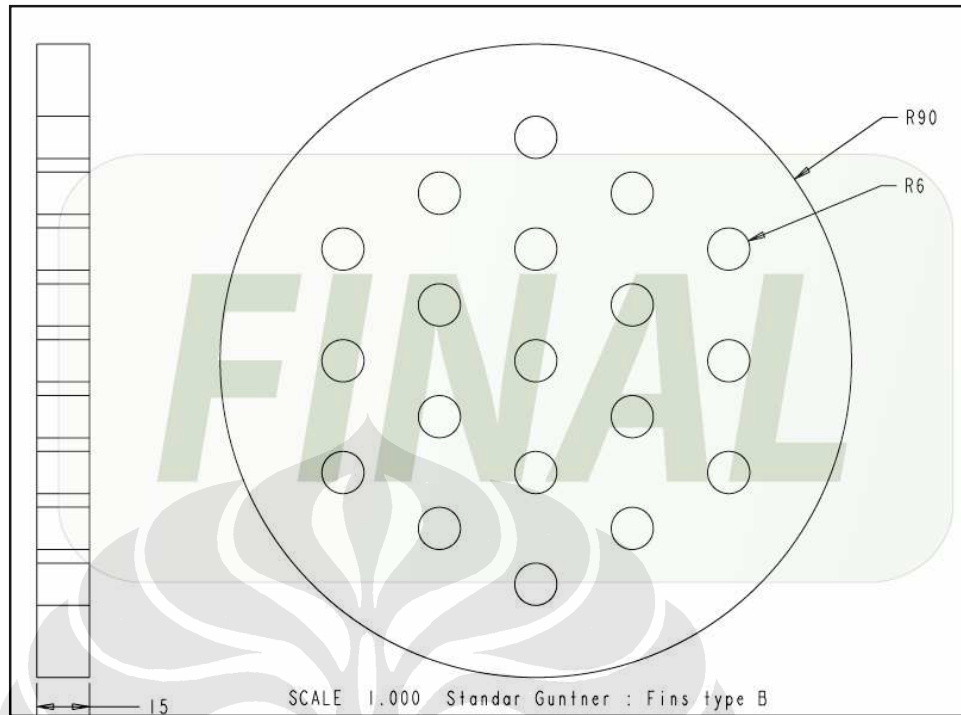
Q_{ads} = Heat transfer rate adsorben

k_{ads} = Koefisien perpindahan panas adsorben

A_{ads} = Luas penampang adsorben

ΔT = Perbedaan suhu antara adsorben dengan refrigerant

Dengan berbagai asumsi dan perhitungan diatas, maka ditentukan adsorber yang akan kami rancang menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan diameter 180 mm dan tebal 1,5 cm. Penentuan ini dimensi ini selain melihat dari daftar acuan yang ada, juga melihat efisiensi material yang tersedia di pasaran. Setelah mengadakan pengecekan, ternyata diameter terbesar yang ada untuk dibuat cetakan adalah 22 cm. Sehingga diputuskan untuk memakai diameter yang lebih kecil dengan selubung menggunakan diameter yang lebih besar/yang paling besar yaitu 22 cm.



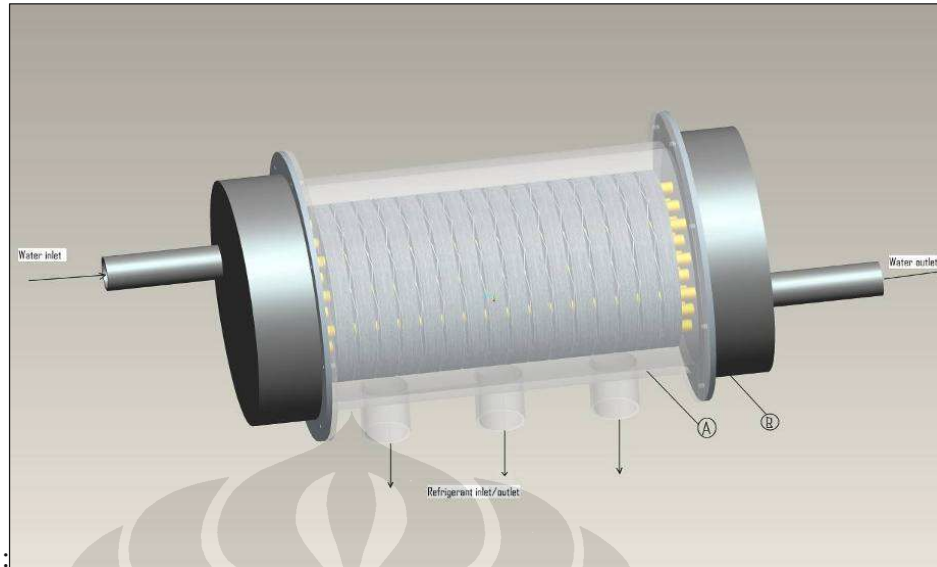
Gambar 3.3 Adsorben

Standar *tube* yang digunakan adalah standar PT Guntner fin tipe B dengan jarak antar *tube* adalah 31,75 mm dan jumlahnya disesuaikan dengan bentuk adsorber. Untuk penelitian ini jumlah tube yang dipakai untuk *heat transfer* adalah 19 buah.

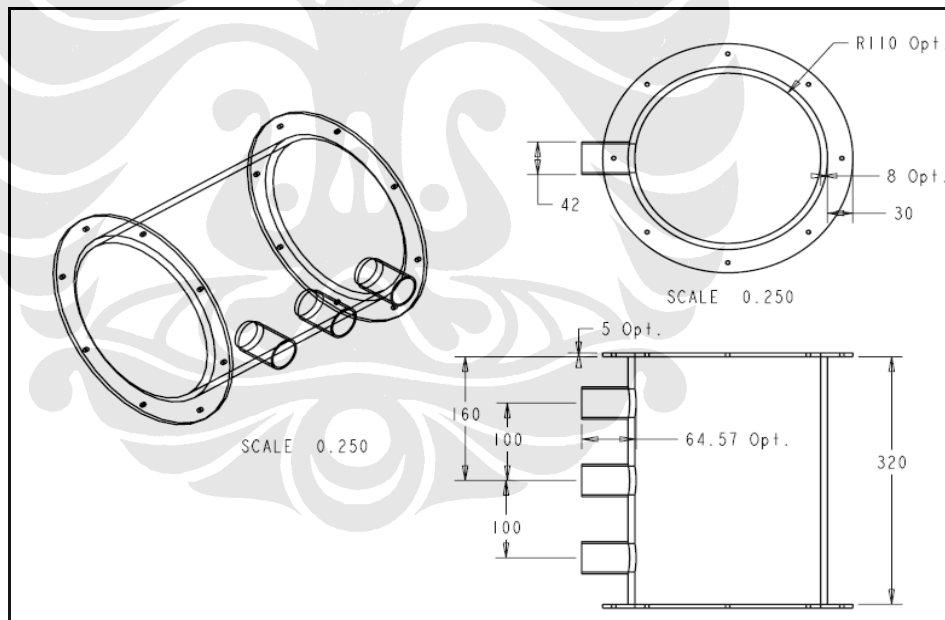
Sedangkan jumlah adsorber yang akan dibuat untuk penelitian ini adalah sebanyak 16-18 buah/keping.

Bentuk fins yang dipakai mengikuti bentuk adsorber yang dibuat, fins yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan standar Fins PT Guntner tipe B. Tebal fins yang tersedia di PT Guntner berkisar antara 0,4-0,5 mm.

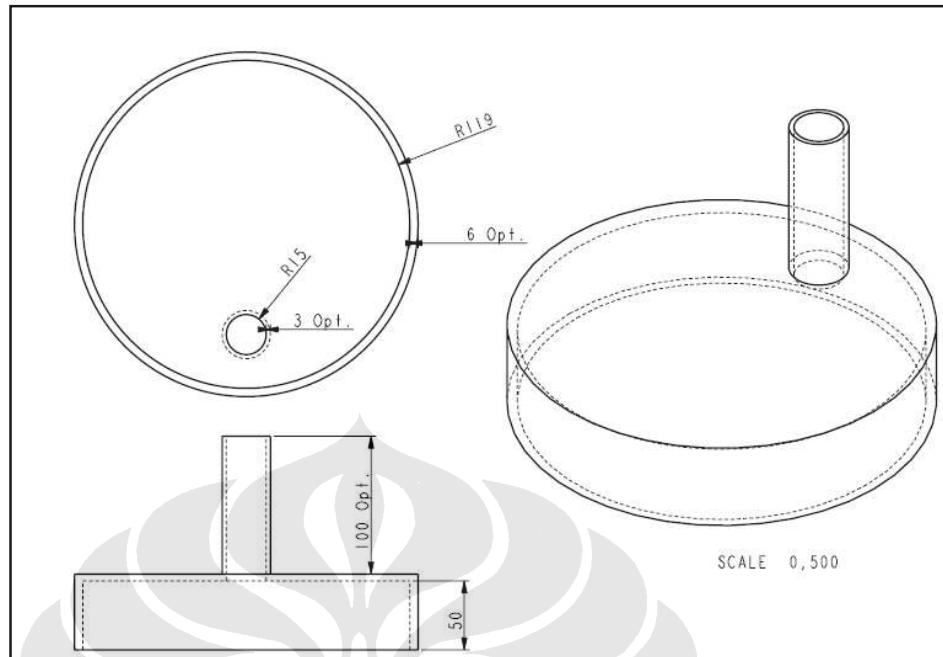
Sistem adsorber secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3.4 Adsorber



Gambar 3.5 Shell Adsorber



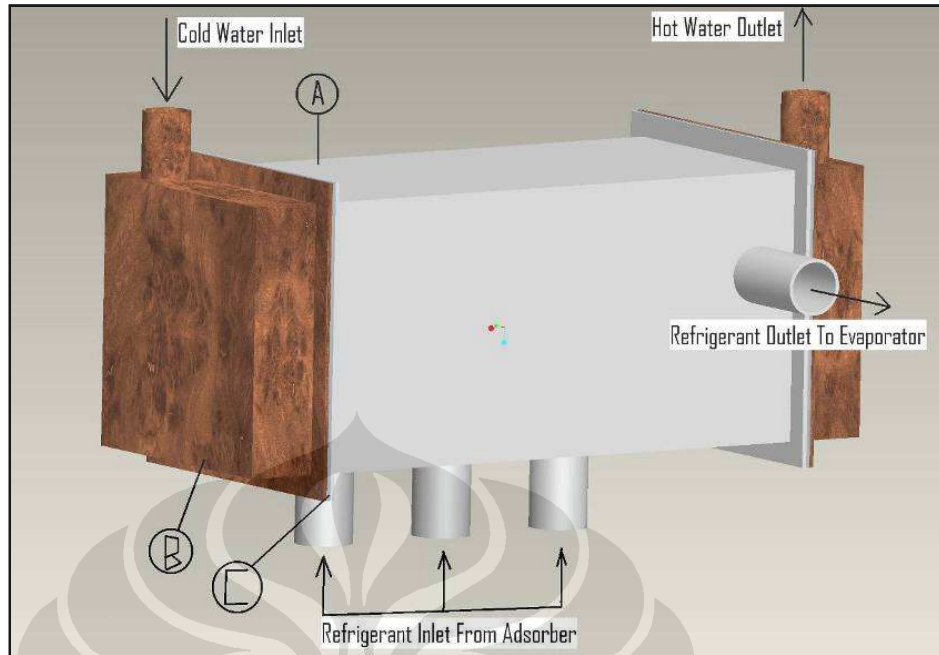
Gambar 3.6 *Pipe hub* adsorber

Spesifikasi Adsorber:

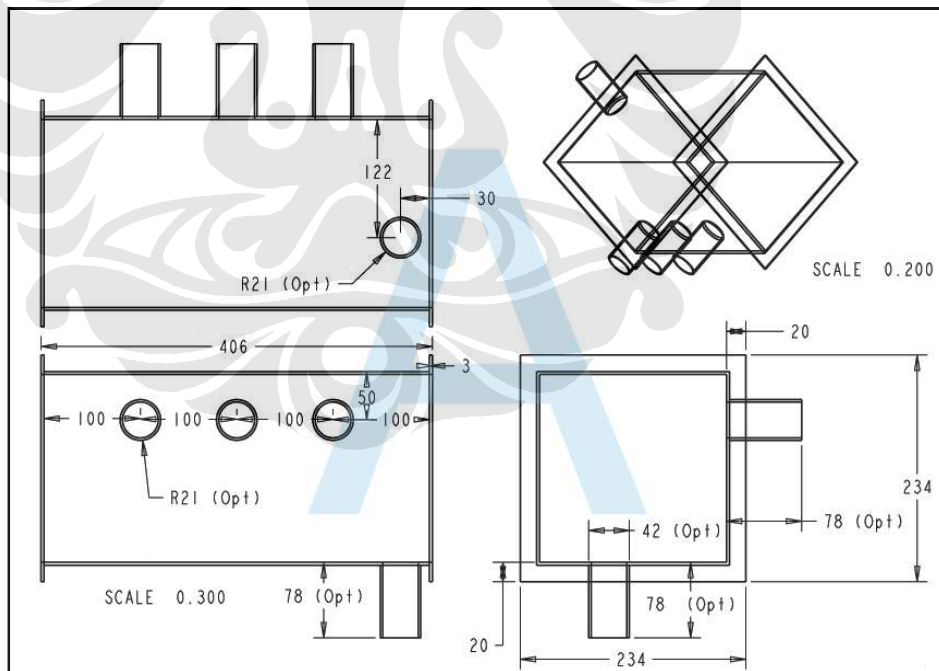
- Metoda perpindahan kalor : fin & tube
- Media perpindahan kalor : air
- Jumlah fin : 18
- Jumlah tube : 19
- Jumlah lempeng karbon aktif : 17
- Berat total karbon aktif : 13 kg

3.3 KONDENSER

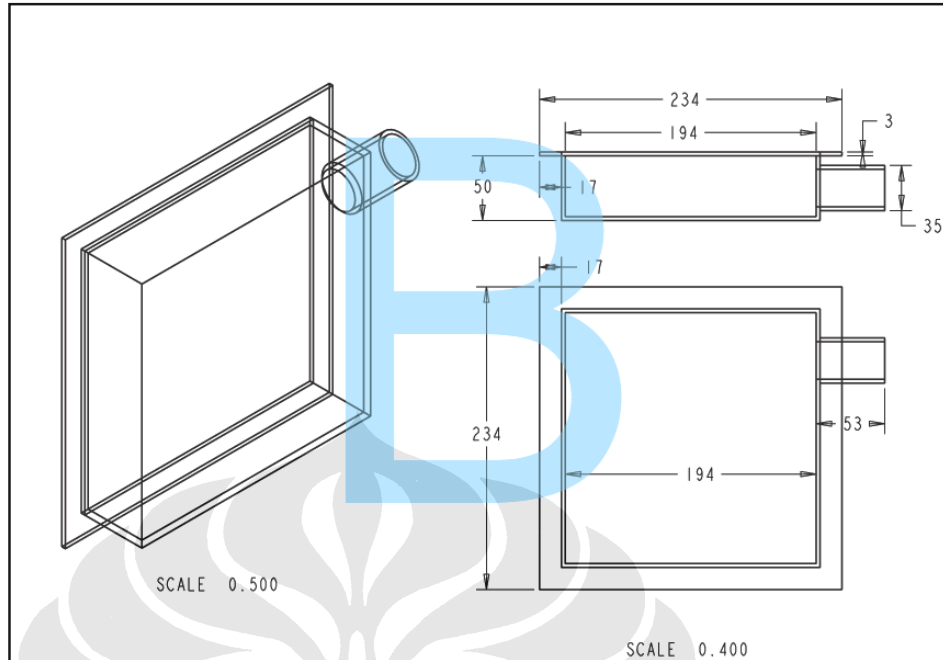
Kondenser yang dipakai dalam penelitian ini merupakan kondenser jenis *shell and tube* dengan aliran refrigeran mengalir pada sisi *shell*-nya dan pada *tube*-nya akan dialirkan air. Air yang akan dialirkan digunakan untuk mendinginkan refrigerant yang mengalami kenaikan suhu maksimal ketika terjadi proses adsorpsi.



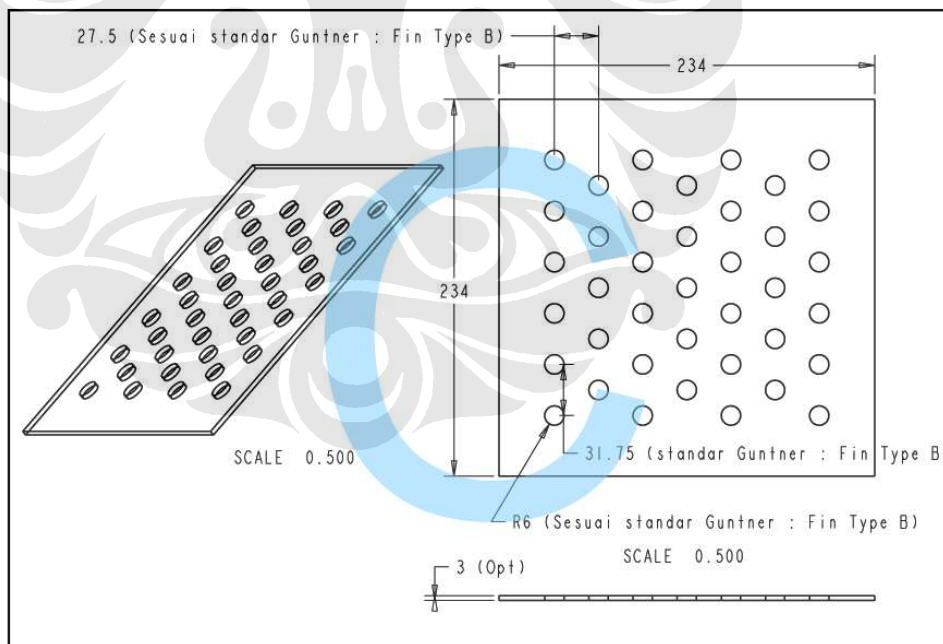
Gambar 3.7 Kondenser



Gambar 3.8 *Shell* kondenser



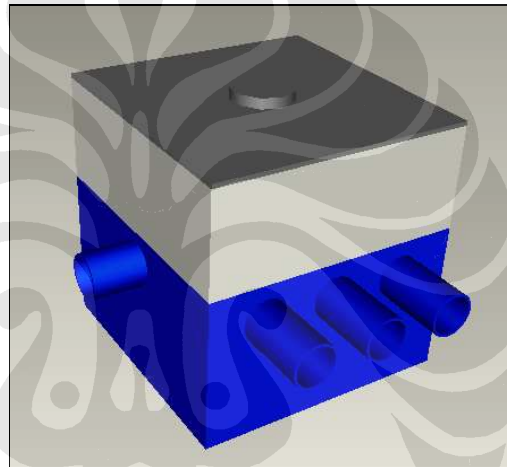
Gambar 3.9 Pipe hub kondenser



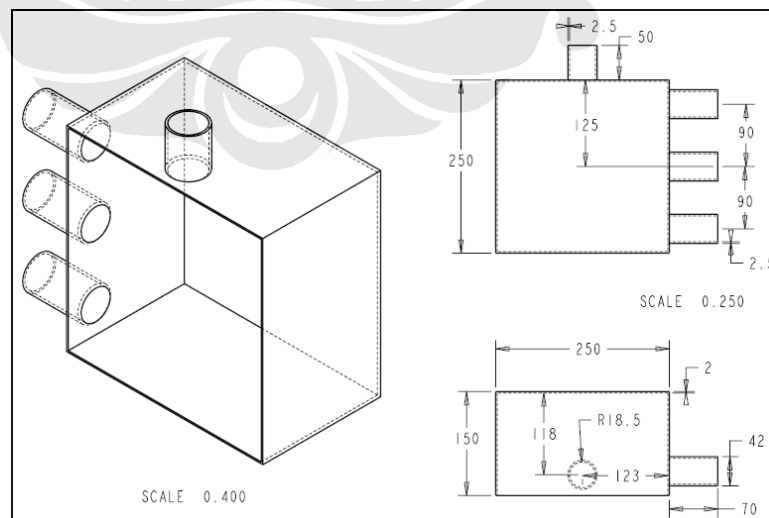
Gambar 3.10 Fin kondenser

3.4 EVAPORATOR

Desain evaporator yang digunakan dalam penelitian ini sangat sederhana, pada prinsipnya evaporator ini dapat menampung methanol yang dipakai sebagai refrigeran. Kemudian diatas evaporator akan dirangkai cetakan untuk membuat jadi es batu. Ukuran evaporator yang digunakan dalam penelitian ini adalah 150 mm x 150 mm dengan tinggi 100 mm. Kemudian diatas evaporator akan di buat boks untuk tempat es dengan ukuran 150 mm x 150 mm dan tinggi 50 mm. Pada penampungan methanol terdapat 2 saluran, yaitu untuk aliran methanol dalam sistem dan untuk pengisian. [7]



Gambar 3.11 Evaporator



Gambar 3.12 Penampung methanol (evaporator)

Spesifikasi evaporator:

- Daya tampung air : 1 L
- Daya tampung refrigerant : 0.8L
- Luas bidang perpindahan kalor : $62,25 \times 10^2 \text{ cm}^2$
- Tebal bidang perpindahan kalor : 0,8 mm
- Material bidang perpindahan kalor : tembaga
- Material Dinding : Besi baja

3.5 PERALATAN PENDUKUNG

3.5.1 Pompa Air

Pompa Air digunakan untuk mengalirkan air baik itu air panas pada saat proses desorpsi dan air dingin pada saat proses adsorpsi.

Spesifikasi pompa air dingin :

Debit 30 litert/menit

Head 30 m

Spesifikasi pompa air panas :

Debit 1000lt/h

Head 1 m

3.5.2 Pemanas Air

Pemanas air digunakan untuk memanaskan air yang selanjutnya dialirkan ke dalam adsorben untuk menguapkan uap methanol.

Spesifikasi :

Daya Output 1000 watt x 2 buah

3.5.3 Pemipaan

Pipa-pipa yang menghubungkan antara adsorber dengan evaporator, adsorber dengan kondenser dan kondenser evaporator menggunakan pipa pvc standar untuk memudahkan instalasi dan memiliki konduktivitas termal yang kecil.