

PERENCANAAN DAN PERAKITAN *BLOOD BANK REFRIGERATOR* HEMAT ENERGI DAN RAMAH LINGKUNGAN

Widiyatmoko¹, Almadora Anwarsani², Gilang Saputra¹

¹Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu 30711, Indonesia

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang 30139, Indonesia

E-mail: widadasyat@gmail.com

ABSTRAK

Blood Bank Refrigerator Adalah Alat Penyimpan Darah Untuk Menjaga Kualitas Darah agar tetap Baik dalam Proses Tranfusi. Tujuan dari Rancang Bangun *Blood Bank Refrigerator* ini adalah Untuk Mengetahui Total Beban Pendingin, Komponen Utama Refrigerasi, Langkah Perakitan, Biaya Perakitan Dan COP Aktual. Metode yang Digunakan Meliputi 5 Tahapan yaitu Perencanaan, Meliputi : Beban Kalor Konduksi, Beban Produk dan Beban Infiltrasi, Pemilihan Komponen, Perencanaan Biaya, Perakitan, dan Pengujian *Blood Bank Refrigerator*. Pengujian COP Dilakukan dengan Pengambilan Data Temperatur Lingkungan Dan Kabin, Tekenan *Discharge* dan Tekanan *Suction*, Tegangan Listrik Dari Sumber Listrik, dan Arus Listrik yang Masuk Ke Kompresor. Beban yang Digunakan adalah 10 Kantong Darah Dengan Berat 2,5 kg. data yang Telah diambil Dianalisis kembali Menggunakan Aplikasi *Cool Pack* Untuk Mendapatkan Nilai Entalpi. Berdasarkan Seluruh Proses Penelitian dapat di Simpulkan bahwa total beban pendingin adalah 167 watt dengan rincian beban transmisi 9,842 watt beban infiltrasi 16,168 watt, beban produk 125,56 watt dan *safety factor* 15,156 watt, komponen compressor perencanaan 58 watt, perencanaan kondensor 183,4 watt sebanyak 10 U lengkukan pipa, perencanaan pipa kapiler panjang 1,96 m dengan diameter 0,63 mm, evaporator dengan tipe RT4 dengan luas 2200 cm², kemudian erdasarkan langkah-langkah perakitan dapat diambil garis besar proses perakitan meliputi persiapan (pembelian komponen sesuai perencanaan), perakitan kerangka, body dan alat dan komponen (refrigerasi dan kelistrikan) mesin *mini freezer*, diakhiri dengan *Finishing* (pengecatan dan Pengrapihan).

Kata Kunci : *Rancang Bangun, Blood Bank*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Musi Banyuasin adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera-Selatan dengan ibu kota sekayu. Kabupaten ini memiliki luas wilayah ± 14.265.96 km² yang terbentang pada lokasi pada 1,3°- 4° LS 103°- 105° BT, Penduduk Kabupaten Musi Banyuasin berjumlah 561.458 jiwa yang terdiri atas 288.450 jiwa laki-laki dan 273.008 jiwa perempuan dengan luas wilayah 14.265,96 km². (<http://id.wikipedia.org/KabupatenMusiBanyuasin> diakses 6 mei 2017)

Adanya peran Rumah Sakit Umum Daerah sebagai salah satu fasilitas kesehatan yang diterapkan di kabupaten Musi banyuasin, serta pusat kesehatan masyarakat yang diadakan ditiap desa merupakan program pemerintah untuk mengedepankan kesehatan dilingkungan masyarakat, selain mengedepankan kesehatan, pemerintah juga melakukan program pendonoran darah dengan tujuan dapat membantu kebutuhan darah di dunia medical, Proses pendonoran darah, tranfusi, dan penyimpanan darah bertujuan agar dapat digunakan apabila ada kebutuhan mendesak mengenai darah, untuk itu sebuah alat dibuat agar

kualitas darah dapat terjaga dan dalam waktu yang relatif lama, alat tersebut dinamakan “ *blood bank refrigerator*” Alat ini mampu mempertahankan kualitas darah tetap baik sampai dengan darah tersebut ditransfusikan ke pasien.

Alat penyimpanan darah adalah alat yang dibuat khusus untuk mengumpulkan darah di simpan jangka waktu yang cukup lama, kemudian di tranfusikan, dalam hal ini kami melakukan penelitian mengenai alat penyimpan darah dan akan membuat alat penyimpan darah dengan kapasitas sekitar 10 kantong darah alat tersebut tertujuh untuk desa-desa kecil di Musi Banyuasin, untuk membantu dalam proses tranfusi darah dan pendonoran darah dikalangan masyarakat, Alat penyimpanan darah sangat diperlukan disetiap fasilitas kesehatan karena dapat membantu menyelamatkan hidup seseorang yang sangat membutuhkan transfusi darah, oleh sebab itu kualitas darah harus selalu diperhatikan, jika darah dalam kondisi rusak dan tetap di berikan kepada pasien dapat berdampak buruk bahkan dapat menyebabkan kematian. (<http://en.m.wikipedia.org/wiki/Bloodbank> diakses 6 mei 2017)

1.2. Tujuan Perencanaan

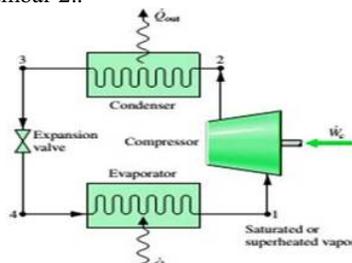
Tujuan Perencanaan ini adalah:

- 1) Menghitung beban pendingin total dan rencana anggaran biaya blood bank refrigerator hemat energi dan ramah lingkungan untuk 10 kantong darah
- 2) Menghasilkan rancangan dan Menentukan komponen refrigerasi blood bank refrigerator hemat energi dan ramah lingkungan untuk 10 kantong darah
- 3) Merakit blood bank refrigerator hemat energi dan ramah lingkungan untuk 10 kantong darah

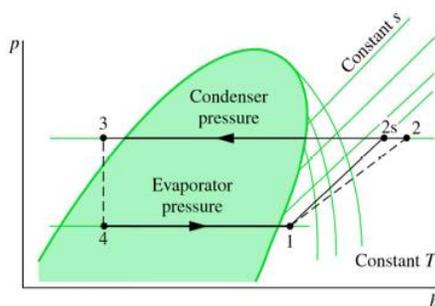
2. Tinjauan Pustaka

2.1. Siklus kompresi uap

Siklus Kompresi Uap merupakan jenis refrigerasi yang paling banyak digunakan saat ini. Mesin refrigerasi siklus kompresi uap terdiri dari empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator. Susunan empat komponen tersebut secara skematik ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2..



Gambar 1. Diagram Proses Siklus Kompresi Uap (Moran, M., J, Saphiro, H., N, 2006)



Gambar 2. Diagram p-h (Moran M.J. & Shapiro.H.N, 2006)

Cara Kerja Siklus Kompresi Uap;

1) Proses 1-2 ; refrigeran meninggalkan evaporator dalam wujud uap jenuh dengan temperatur dan tekanan rendah, kemudian oleh kompresor uap tersebut dinaikkan tekanannya menjadi uap super panas dengan temperatur yang tinggi, lebih tinggi dari temperatur lingkungan sehingga pembuangan panas bisa berlangsung.

Proses kompresi terjadi di kompresor dimana uap refrigeran dengan tekanan dan temperatur rendah yang masuk ke kompresor melalui suction line dikompresi didalam silinder kompresor

sehingga temperatur dan tekanan uap refrigeran yang keluar dari kompresor melalui discharge line mengalami kenaikan. Proses yang terjadi didalam kompresor diasumsikan sebagai proses isentropic dan besarnya kerja kompresi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut: (Dossat, R.J. 1981)

$$q_w = (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan :

- q_w = Besarnya kerja kompresi (kJ/kg)
- h₁ = Enthalpy refrigeran saat masuk kompresor (kJ/kg)
- h₂ = Enthalpy refrigeran saat keluar kompresor (kJ/kg)

2) Proses 2-3 ; setelah mengalami proses kompresi, refrigeran berada dalam fase panas lanjut dengan tekanan dan temperatur tinggi. Untuk merubah wujudnya menjadi cair (kondensasi), kalor harus dilepaskan ke lingkungan melalui alat yang disebut dengan kondensor. Refrigeran mengalir melalui kondensor pada sisi lain dialirkan fluida pendingin (udara atau air) dengan temperatur lebih rendah dari pada temperatur refrigeran. Oleh karena itu kalor akan berpindah dari refrigeran ke fluida pendingin dan refrigeran akan mengalami penurunan temperatur dari kondisi uap panas lanjut menuju kondisi uap jenuh, selanjutnya mengalami proses pengembunan menjadi refrigeran cair. Refrigeran keluar kondensor sudah berupa refrigeran cair. Proses kondensasi berlangsung pada temperature dan tekanan yang konstan.

Proses kondensasi terjadi dikondensor dimana uap refrigeran bertemperatur dan bertekanan tinggi yang masuk ke kondensor melalui discharge line dikondensasikan didalam kondensor sehingga refrigeran yang keluar dari kondensor diharapkan berubah fasa dari fasa uap ke fasa cair. Besarnya kalor yang dilepas di kondensor dapat dinyatakan dengan persamaan berikut: (Dossat, R.J.1981)

$$q_c = (h_2 - h_3) \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan :

- q_c = Besarnya kalor yang dipindahkan kondensor (kJ/kg)
- h₂ = Enthalpy refrigeran saat masuk kondensor (kJ/kg)
- h₃ = Enthalpy refrigeran saat keluar kondensor (kJ/kg)

3) Proses 3-4 ; refrigeran dalam keadaan wujud cair jenuh (tingkat keadaan 3) kemudian mengalir melalui alat ekspansi. Refrigeran mengalami ekspansi pada entalpi konstan dan berlangsung secara tak reversibel sehingga tekanan refrigeran menjadi rendah (tekanan evaporator). Refrigeran keluar alat ekspansi berwujud campuran uap-cair pada tekanan dan temperatur rendah.

Proses ekspansi terjadi di alat ekspansi dimana refrigeran cair yang berasal dari kondensor di ekspansi sehingga temperatur dan tekanan refrigeran yang keluar dari alat ekspansi turun drastis dan selanjutnya masuk evaporator untuk

menyerap kalor dari ruangan atau media yang hendak didinginkan.

4) Proses 4-1 ; Refrigeran dalam fase campuran uap-cair, mengalir melalui evaporator. Di dalam evaporator refrigeran mengalami proses penguapan sebagai akibat dari panas yang diserap dari sekeliling evaporator. Dengan adanya penyerapan panas ini, maka disekeliling evaporator (ruangan yang dikondisikan) menjadi dingin atau temperaturnya turun. Selanjutnya refrigeran yang meninggalkan evaporator dalam fase uap jenuh. Proses penguapan tersebut berlangsung pada temperatur dan tekanan yang konstan.

Proses evaporasi terjadi di evaporator dimana refrigeran cair yang masuk ke evaporator menyerap kalor dari ruangan atau media yang hendak didinginkan dengan adanya penyerapan kalor tersebut maka refrigeran diharapkan berubah fasa dari fasa cair menjadi fasa uap jenuh (saturasi). Besarnya kalor yang diserap oleh refrigeran di evaporator dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut: (Dossat, R J. 1981)

$$q_e = (h_1 - h_4) \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan

q_e = Besarnya kalor yang dibuang kondensor (kJ/kg)

h_1 = Enthalpy refrigeran saat masuk evaporator (kJ/kg)

h_4 = Enthalpy refrigeran saat keluar evaporator (kJ/kg)

2.2. Pengertian Darah

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh. Fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (DOKUMEN PMI JATIM:2008). Hormon-hormon dari sistem endokrin juga diedarkan melalui darah. Darah manusia berwarna merah, antara merah terang apabila kaya oksigen sampai merah tua apabila kekurangan oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein pernapasan (respiratory protein) yang mengandung besi dalam bentuk heme, yang merupakan tempat terikatnya molekul-molekul oksigen.

Manusia memiliki sistem peredaran darah tertutup yang berarti darah mengalir dalam pembuluh darah dan disirkulasikan oleh jantung. Darah dipompa oleh jantung menuju paru-paru untuk melepaskan sisa metabolisme berupa karbon dioksida dan menyerap oksigen melalui pembuluh arteri pulmonalis, lalu dibawa kembali ke jantung melalui vena pulmonalis. Setelah itu darah dikirimkan ke seluruh tubuh oleh saluran pembuluh darah aorta. Darah mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh melalui saluran halus darah yang disebut

pembuluh kapiler. Darah kemudian kembali ke jantung melalui pembuluh darah vena cava superior dan vena cava inferior. Darah juga mengangkut bahan-bahan sisa metabolisme, obat-obatan dan bahan kimia asing ke hati untuk diuraikan dan ke ginjal untuk dibuang sebagai air seni (DOKUMEN PMIJATIM:2008).

Darah terdiri dari beberapa jenis korpuskula yang membentuk 45% bagian dari darah. Bagian 55% yang lain berupa cairan kekuningan yang membentuk medium cairan darah yang disebut plasma darah (DOKUMEN PMIJATIM:2008). Sel darah merah atau eritrosit (sekitar 99%). Eritrosit tidak mempunyai nucleus sel ataupun organel, dan tidak dianggap sebagai sel dari segi biologi. Eritrosit mengandung hemoglobin dan mengedarkan oksigen. Sel darah merah juga berperan dalam penentuan golongan darah. Orang yang kekurangan eritrosit menderita penyakit anemia. Keping-keping darah atau trombosit (0,6 - 1,0%). Trombosit bertanggung jawab dalam proses pembekuan darah. Sel darah putih atau leukosit (0,2%) Leukosit bertanggung jawab terhadap sistem imun tubuh dan bertugas untuk memusnahkan benda-benda yang dianggap asing dan berbahaya oleh tubuh, misal virus atau bakteri. Leukosit bersifat amuboid atau tidak memiliki bentuk yang tetap. Orang yang kelebihan leukosit menderita penyakit leukemia, sedangkan orang yang kekurangan leukosit menderita penyakit leukopenia.

1) Tranfusi darah

Mengutip dari situs resmi palang merah Indonesia menjelaskan bahwa Tranfusi darah adalah proses menyalurkan darah atau produk berbasis darah dari satu orang ke sistem peredaran orang lainnya. Tranfusi darah berhubungan dengan kondisi medis seperti kehilangan darah dalam jumlah besar disebabkan trauma, operasi, syok dan tidak berfungsinya organ pembentuk sel darah merah.

2) Golongan darah

Golongan darah adalah ciri khusus darah dari suatu individu karena adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah. Dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan A,B,O. Di dunia ini sebenarnya dikenal sekitar 46 jenis antigen selain antigen A,B,O, hanya saja lebih jarang dijumpai. Tranfusi darah dari golongan yang tidak kompatibel dapat menyebabkan reaksi tranfusi imunologis yang berakibat anemia hemolis, gagal ginjal, syok dan kematian (DOKUMEN PMI JATIM,2008).

3) A,B,O

Golongan darah manusia ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibodiyang terkandung dalam darahnya, sebagai berikut:

Individu dengan golongan darah A memiliki sel darah merah dengan antigen A di permukaan

membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen B dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah A-negatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah A-negatif atau O-negatif.

Individu dengan golongan darah B memiliki antigen B pada permukaan sel darah merahnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen A dalam serum darahnya. Sehingga, orang dengan golongan darah B-negatif hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah B-negatif atau O-negatif

Individu dengan golongan darah A,B memiliki sel darah merah dengan antigen A dan B serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun B. Sehingga, orang dengan golongan darah AB-positif dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah A,B,O apapun dan disebut resipien universal. Namun, orang dengan golongan darah AB-positif tidak dapat mendonorkan darah kecuali pada sesama AB-positif.

Individu dengan golongan darah O memiliki sel darah tanpa antigen, tapi memproduksi antibodi terhadap antigen A dan B. Sehingga, orang dengan golongan darah O-negatif dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah A,B,O apapun dan disebut donor universal. Namun, orang dengan golongan darah O-negatif hanya dapat menerima darah dari sesama O-negatif. Secara umum, golongan darah O adalah yang paling umum dijumpai di dunia, golongan darah A lebih dominan. Antigen A lebih umum dijumpai dibanding antigen B. Karena golongan darah AB memerlukan keberadaan dua antigen, A dan B, golongan darah ini adalah jenis yang paling jarang dijumpai di dunia. (DOKUMEN PMI JATIM, 2008)

2.3. Pengertian Blood Bank

Darah memerlukan tempat penyimpanan yang sering disebut Blood Bank Refrigerator. Blood Bank Refrigerator dapat berguna untuk keperluan penyimpanan darah diberbagai lokasi, baik dirumah sakit maupun diluar rumah sakit (tempat donor darah atau puskesmas). Alat ini umumnya menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap, dan mempunyai temperature kerja $6^0 \pm 2^0C$ untuk darah jenis Whole Blood atau Packed Red Cells(PRC), untuk darah trombosit disimpan pada temperatur $22^0 \pm 2^0C$, dan untuk plasma darah atau sel darah putih disimpan pada temperatur- $18^0 \pm 2^0C$.

Blood Bank Refrigerator untuk semua jenis darah (Whole Blood) Cells(PRC) dengan waktu penyimpanan selama 35 hari. (Armstong B., dkk . 2005)

Tabel 1. Penyimpanan dan transportasi kondisi untuk Whole Blood dan Red.

Condition	Temperature range	Storage Time
Transport of pre-processed blood	+20 °C to +24 °C	Less than 6 hours
Storage of pre-processed or processed blood	+2 °C to +6 °C	Approx. 35 days
Transport of processed blood	+2 °C to +10 °C	Less than 24 hours

(sumber : Armstong B., dkk . 2005)

Proses penyimpanan darah bersuhu antara 2°C sampai dengan 6°C yang merupakan suhu terbaik dalam penyimpanan darah untuk jangka waktu 35 hari. Siklus pendingin kompresi uap merupakan siklus yang banyak digunakan dalam mesin pendingin(:Armstong B., dkk . 2005)

Siklus kompresi uap dari blood bank refrigerator menggunakan refrigerant hydrocarbon sebagai fluida kerja yang mengalami kompresi, kondensasi, ekspansi, dan evaporasi. Siklus kompresi uap diawali ketika kompresor dihidupkan. Dengan bekerjanya kompresor, suhu dan tekanan refrigeran akan naik. Refrigeran kemudian akan mengalir menuju kondensor untuk melepaskan kalor kelingkungan sekitar kondensor. Refrigeran kemudian mengalir menuju pipa kapiler dengan melewati filter terlebih dahulu untuk mengalami proses penyaringan kotoran. Di pipa kapiler refrigeran mengalami proses penurunan tekanan dan suhu akibat adanya gesekan yang disebabkan oleh diameter pipa kapiler yang sangat kecil. Proses di pipa kapiler berlangsung pada entalpi yang tetap. Fase refrigeran berubah dari fase cair ke fase campuran yaitu fase cair dan gas. Dari pipa kapiler refrigeran mengalir ke evaporator. Didalam evaporator refrigeran mengalami perubahan fase dari fase campuran (cair + gas) menjadi gas semuanya. Proses perubahan fase pada evaporator dapat terjadi karena adanya kalor yang mengalir dari lingkungan sekitar evaporator ke dalam evaporator. Kalor dapat mengalir karena suhu lingkungan lebih tinggi dari suhu kerja evaporator. Keluar dari evaporator refrigeran dihisap kembali ke kompresor dan siklus kompresi berlangsung seperti semula. (Miller, R. 2009)

2.4. Perencanaan Blood bank refrigerator

1) Beban Pendingin

Beban pendingin adalah perhitungan kalor baik yang berada didalam ruangan maupuun diluar ruangan. Sehingga dapat menentukan kapasitas alat yang sesuai dengan efesiensinya. Beban pendingin sebenarnya adalah jumlah panas yang dipindahkan oleh sistem pengkondisian udara setiap hari. Beban pendingin terdiri atas panas yang berasal dari ruangan dan tambahan panas. Tambahan panas adalah jumlah panas setiap saat yang masuk ke dalam ruangan melalui kaca secara radiasi maupun melalui dinding.

a) Beban Kalor Transmisi

Beban kalor transmisi adalah beban kalor yang merambat melalui dinding. Menurut ASHRAE (2006), dapat di cari menggunakan persamaan berikut :

$$Q_h = U \times A \times \Delta t \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Q_h = Laju aliran kalor transmisi (W)

U = Koefisien perpindahan kalor ($W/m^2.K$)

A = Luas permukaan benda (m^2)

Δt = Perbedaan temperatur ($^{\circ}K$)

Untuk mencari nilai Koefisien perpindahan kalor :

$$U = \frac{1}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \dots + \frac{1}{h_0}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

K = Konduktivitas thermal material ($W/m^2.K$)

h_1 = Koefisien konveksi permukaan udara dalam ($W/m^2.K$)

h_0 = Koefisien konveksi permukaan udara luar ($W/m^2.K$)

x = Ketebalan material atau bahan (m)

U = Koefisien perpindahan kalor ($W/m^2.K$)

b) Beban kalor dari produk

Sumber utama beban pendingin dari produk dalam ruangan yang diinginkan adalah :

- 1) Kalor yang dilepaskan untuk mengurangi temperatur produk akibat produk tersebut disimpan dalam temperatur penyimpanan.
- 2) Kalor yang dikeluarkan oleh produk dalam penyimpanan. Hal ini terjadi karena peleburan kalor laten dari produk. Produk yang dimasukkan dalam ruangan kabin penyimpanan. Jika produk mempunyai temperatur lebih tinggi dari temperatur ruang kabin penyimpanan maka akan melepaskan kalor sampai temperatur sama dengan temperatur ruangan kabin penyimpanan.

Berikut ini persamaan yang digunakan untuk menghitung banyaknya kalor produk yaitu (ASHRAE, 2006) :

1. Panas yang dilepaskan dari temeperatur awal ke temperature dingin (diatas titik beku produk) sebagai berikut :

$$Q_1 = m.c_1 (T_1 - T_2) \dots\dots\dots(2.6)$$

2. Panas yang dilepaskan dari temperatur dingin produk ke titik beku produk ($Q_{sensible}$) adalah sebagai berikut :

$$Q_2 = m.c_1 (T_2 - T_f) \dots\dots\dots(2.7)$$

3. Panas yang dilepaskan untuk membekukan produk (Q_{latent}) adalah :

$$Q_3 = m.h_{if} \dots\dots\dots(2.8)$$

4. Panas yang dilepaskan dari titik beku ke temperatur akhir yang diinginkan sebagai berikut :

$$Q_4 = m.c_2 (T_f - T_3) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 = Panas yang dilepas (kJ)

M = massa produk (kg)

c_1 = Specific heat of product above freezing (kJ/kg.K)

c_2 = Specific heat of product below freezing (kJ/kg.K)

T_1 = Initial temperature of product above freezing ($^{\circ}C$)

T_2 = Lower temperature of product above freezing ($^{\circ}C$)

T_3 = Final temperature of product below freezing ($^{\circ}C$)

T_f = Freezing temperature of product ($^{\circ}C$)

h_{if} = Latent heat fusion of product (kJ/kg)

Data-data yang diperlukan dalam perancangan dapat menggunakan acuan buku ASHRAE yang di terbitkan atau *sofffilenya*.

a) Beban Infiltrasi

Beban kalor yang dimaksud adalah jumlah kalor yang masuk kedalam ruangan penyimpanan saat pintu atau jendela dibuka. (ASHRAE. 2006)

$$Q_t = q \cdot Dt \cdot Df (1-E) \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

Q_t = Beban refrigerasi (kW)

Q = Beban sensible dan latent refrigerasi (kW)

Dt = Doorway open-time factor

Df = Doorway flow factor (1,1)

E = Effectiveness of doorway protective device (0,95)

$$Dt = \frac{(P \cdot \theta p) + (60 \cdot \theta)}{60 \text{ min} \times \theta d} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

P = Jumlah pintu

θp = Lamanya pintu terbuka-tertutup (s)

θ = Waktu pintu terbuka (menit)

θd = Lama pintu digunakan dalam sehari (jam)

$$Q_t = V \cdot A \cdot (h_i - h_r) \rho_r \cdot D_t \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

V = Kecepatan udara rata-rata (0,3 m/s)

A = Luas Pintu dibuka (m^2)

h_i = Entalpi udara infiltrasi (kJ/kg)

h_r = Entalpi udara refrigerasi (Kj/Kg)

ρ_r = Massa jenis udara refrigerasi (kg/m^3)

b) Safety Factor

Safety factor adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Beberapa referensi (Dossat, R.J, 1981.) menyarankan untuk menambahkan *safety factor* antara 5% hingga 10% dari total *cooling load*. Maka untuk mendapatkan nilai *safety factor* dapat menggunakan persamaan sebaai berikut : *safety factor* = $Q_{Transmisi} + Q_{Infiltrasi} + Q_{Produk} + 10\%$

2) Prestasi Kompresi Uap

Kinerja dari suatu sistem refrigerasi dapat di tentukan dari besaran-besaran sebagai berikut :

a) Efek Pendinginan atau Efek Refrigerasi

Proses efek refrigerasi terjadi pada siklus 4-1 seperti pada gambar 2.2 diatas. Berikut ini persamaan yang dapat digunakan untuk mengetahui efek refrigerasi dari suatu system. (ASHRAE, 2001)

$$Q_{refrigeration\ Effect} = h_1 - h_4 \dots (2.13)$$

Keterangan :

Q_{re} = dampak refrigerasi ($h_1 - h_4$) (kJ/kg)

h_4 = enthalpy pada titik 4 (kJ/kg)

h_1 = enthalpy pada titik 1 (kJ/kg)

Untuk mencari nilai h_2 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan :

η = Efisiensi, 0,6 (ketetapan berdasarkan jenis kompresor)

h_{2s} = Nilai enthalpy pada titik 2 saturasi (kJ/kg)

h_1 = Nilai enthalpy pada titik 1 (kJ/kg)

h_2 = Nilai enthalpy pada titik 2 (kJ/kg)

b) Laju Aliran Massa Refrigeran

Untuk dapat menghitung laju aliran massa refrigeran maka dapat dihitung dengan membagi kapasitas pendinginan dengan efek refrigerasi seperti persamaan berikut :

$$\dot{m} = \frac{Q_{in}}{Q_{refrigerant\ effect}} \dots \dots \dots (2.15)$$

keterangan :

\dot{m} = laju aliran refrigerant (kg/s)

Q_{in} = jumlah kalor yang diserap evaporator
,(Watt)

Q_{ref} = dampak refrigerasi ($h_1 - h_4$) (kJ/kg)

c) Kerja Kompresi Uap dan Daya Kompresor

Untuk menghitung kerja kompresi dan daya kompresor dapat menggunakan persamaan sebagai berikut(ASHRAE, 2001) :

$$W_k = (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan :

\dot{W}_k = daya kompresor (kJ/s)

\dot{m} = laju aliran refrigerant (kg/s)

Q_{in} = jumlah kalor yang diserap evaporator
,(Watt)

h_2 = enthalpy pada titik 2 (kJ/kg)

h_1 = enthalpy pada titik 1 (kJ/kg)

d) Pembuangan Kalor dan Daya Kondensor

Dari kesetimbangan energi, kalor yang dilepaskan dikondensor haruslah sama dengan jumlah efek refrigerasi dan kalor yang ekuivalen dengan kerja yang diberikan kepada refrigeran selama proses kompresi di kondensor (W_k).

$$W_{kondensor} = (h_2 - h_3) \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

Q_k = besarnya kalor yang dilepas kondensor
(kW)

\dot{m} = laju aliran refrigerant (kg/s)

h_2 = enthalpy pada titik 2 (kJ/kg)

h_3 = enthalpy pada titik 3 (kJ/kg)

e) Coefficient Of Performance

$$COP = \frac{Q_{refrigeration\ Effect}}{Compression\ work} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

Q_{in} = jumlah kalor yang diserap evaporator
,(Watt)

COP = Coeficient Of Performance

W_k = Daya kompresor, (Watt)

Istilah performansi dalam sisitem refrigerasi lebih dikenal dengan COP (*coefficient of performance*). COP merupakan suatu koefisien yang besarnya sama dengan efek refrigerasi dibagi dengan kerja kompresi. Makin tinggi harga COP nya makin baik sisitem refrigerasi tersebut. Harga COP ini biasanya lebih besar dari pada satu. COP dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$COP = \frac{Efek\ refrigerasi}{Kerja\ Kompresi} = \frac{ER}{Wk} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

3) Pemilihan Refigeran

Refrigeran adalah fluida kerja yang bersirkulasi dalam siklus refrigerasi. Refrigeran merupakan komponen terpenting di siklus refrigerai karena refrigeran yang menimbulkan efek pendinginan dan pemanasan pada mesin refrigerasi. (ASHRAE, 2005) mendefinisikan refigeran sebagai fluida kerja didalam mesin refrigerasi , pengkondisian udara, dan sistem pompa kalor. Refigeran menyerap panas dari suatu lokasi dan memindahkannya kelokasi yang lain, biasanya melalui mekanisme evaporasi dan kondensasi. Pemilihan jenis refigeran yang akan digunakan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa sifat berikut :

- a) Sifat termodinamika
- b) Tidak mudah terbakar
- c) Tingkat racun
- d) Kelarutan dalam air
- e) Kelarutan dalam minyak pelumas
- f) Reaksi terhadap material komponen mesin
- g) Tingkat ODP (*ozone depleting potential*) dan GWP (*global warming potential*) yang kecil atau rendah.

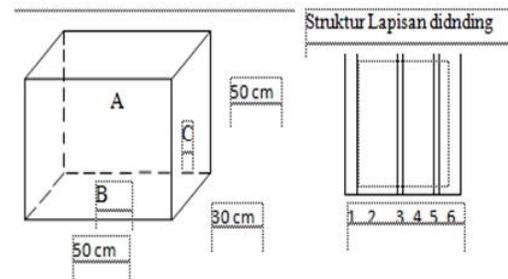
4) Perencanaan Blood Bank Refrigerator

Perencanaan adalah langkah yang harus dilakukan dalam rancang bangun sebelum masuk ke tahap perakitan sesuai dengan diagram alir 3.1 yang meliputi sebagai berikut :

1) Dimensi blood bank refrigerator

a. Body

Kapasitas 10 Kantong darah dibuat ukuran dengan bentuk ruangan P x L x T = 50 cm x 30 cm x 50 cm



Gambar 3. Desain blood bank

b. Ruang Penyimpanan

Volume

Tebal isolasi (dinding) didapat 0,045 meter maka volume ruang adalah

0,5 meter - 0,1 meter = 0,4 meter

0,3 meter - 0,1 meter = 0,2 meter

0,5 meter - 0,1 meter = 0,4 meter

Jadi volume ruang penyimpanan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P \times L \times T \\ &= 0,5 \text{ meter} \times 0,3 \text{ meter} \times 0,5 \text{ meter} \\ &= 0,075 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume penyimpanan darah adalah 1/3 dari volume penyimpanan = 0,025 m³

Tabel 2. Bahan atau struktur dinding pada *Blood Bank Refrigerator*

No	Bahan	Tebal (m)	Konduktivitas (W/m.K)	Resistansi (Tebal /K)	U (W/m ² .K)
1	Plat Alumunium	0,005	237	0,000 021	U = 1/Rtotal 0,358
2	Polyuret hrane	0,04	0,026	1,538 462	
3	Plat Alumunium	0,001	237	0,000 021	
4	Lapisan Udara Luar	-	1,6	0,625	
5	Lapisan Udara dalam	-	1,6	0,625	

c. Kapasitas Penyimpanan

1) Untuk penyimpanan 10 kantong darah, dengan massa jenis darah 1050 kg/m³ atau 1,05 g/ cm³.

Maka volume spesifik didapat :

$$Sv = \frac{1}{1050} \text{ m}^3/\text{kg}$$

volume yg dibutuhkan untuk setiap 1 liter darah adalah hasil kali dari volume spesifik dengan massa jenis darah tersebut,

$$\begin{aligned} v &= Sv \cdot m \\ &= 0,0095 \text{ (m}^3/\text{kg)} \times 1 \text{ (L)} \\ &= 0,01 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, didalam 10 kantong darah dengan massa 2,5 kg membutuhkan tempat penyimpanan darah sebesar 0,025 m³

2) Suhu Evaporasi dan Kondensasi

a. Suhu Evaporasi

$$T_{refrigerant} = T_{storage} - TD$$

$$T_{refrigerant} = \text{Suhu refgrigeran di evaporator } ^\circ\text{C}$$

$$T_{Storage} = 2 ^\circ\text{C (Suhu penyimpanan)}$$

TD = 9 K (TD antara udara di area evaporator dan refrigeran)

Jadi suhu refgrigeran di evaporator adalah -7 °C

b. Suhu Kondensasi

Kondensor beroperasi pada suhu 30 °C, dengan TD sebesar 10 K (Boyle, G, 2006) maka temperature kondensasinya dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_{kondensasi} &= T_{lingkungan} + TD \\ &= 30 + 10 = 40 ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

4) Beban Pendingin

Pada perhitungan beban pendingin mesin *blood bank refrigerator* terdapat beberapa jenis beban yakni beban transmisi, infiltrasi, produk dan *safety factor*.

1) Beban Transmisi

Berikut perhitungan beban transmisi atau beban kalor yang melewati material lapisan dinding.

Dinding pada *blood bank refrigerator* ini memiliki 6 sisi karena sisi ada yang sama maka dapat dibuat simbol A, B dan C dengan ukuran atau luas seperti gambar 3.1 Desain *blood bank refrigerator* menggunakan persamaan 2.4, maka :

$$Q_h = U \times A \times \Delta t$$

Keterangan :

$$\Delta t = 27 - 2 ^\circ\text{C} = 25 \text{ K}$$

$$A_A = P \times T = 0,5 \times 0,5 \text{ (M)} = 0,25 \text{ M}^2$$

$$Q_h = U \cdot A \cdot \Delta T = 0,358 \times 0,25 \times 33 = 2,958 \text{ Watt}$$

Maka didapat tabel hasil perhitungan beban kalor transmisi melalui material dinding seperti dibawah ini :

Tabel 3. Perhitungan Tranmisi dinding pada *Blood Bank Refrigerator*

Qh	U (W/m ² .K)	A (m ²)	ΔT (K)	Watt
QhA	0,358	0,25	25	2,237
QhB	0,358	0,25	25	2,237
QhC	0,358	0,15	25	1,342
QhD	0,358	0,15	25	1,342
QhE	0,358	0,15	25	1,342
QhF	0,358	0,15	25	1,342
Total watt = 9,842 watt / 0,009842 kW/0,04473A				

2) Beban Kalor Produk

Perhitungan pendinginan sebagai berikut :

a. Panas yang dibuang dari produk ke temperatur akhir yang diinginkan :

$$Q_{darah} = m \cdot c_2 \cdot (T_f - T_3)$$

$$Q_{darah} = (2,5 \text{ kg}) \cdot (3,617 \text{ kJ/kg.K}) \cdot (27 - 2) \text{ K} = 226,0 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{produk}} = \frac{226,02}{1 \text{ jam} \times 1800 \text{ s}} = 0,12556 \text{ kW} = 125 \text{ Watt}$$

3) Beban Infiltrasi

Beban infiltrasi merupakan beban yang termasuk akan mempengaruhi proses pendinginan didalam ruangan. Jika diketahui doorway flow factor (Df) dan effectiveness of doorway protective device (E) adalah 1,1 dan 0,95

Tabel 3 Spesifikasi perencanaan desain termal *blood bank*

Parameter	Nilai	Satuan
Temperatur ruangan yang diinginkan	2	°C
Temperatur lingkungan	27	°C
Kelembaban ruangan	86	%
Kelembaban lingkungan	70	%
Massa jenis udara ruangan (pr)	0,8	kg/m ³
Massa jenis udara lingkungan (pi)	0,7	kg/m ³
Dt	0,05	-
Df	1,1	-
E	0,95	-
Gravitasi	9,8	m/s ²
hi (entalpi ambient)	36,162	kJ/kg
hr (entalpi refrigerasi)	11,709	kJ/kg

Dimana :

$$q_t = q \times D_t \times D_f \times (1-E)$$

Keterangan :

- qt = Beban refrigerasi (kW)
- q = Beban sensible dan latent refrigerasi (kW)
- Dt = Doorway open-time factor
- Df = Doorway flow factor (1,1)
- E = Effectiveness of doorway protective device (0,95)

Mencari nilai q, maka :

$$q = 0.221 \cdot A(h_i - h_r) \rho_r (1 - \frac{\rho_i}{\rho_r})^{0.5} (gH)^{0.5} F_m$$

Keterangan :

- A = luas pintu terbuka (m²)
- hi = entalpi ambient (kJ/kg)
- hr = entalpi refrigerasi (kJ/kg)
- ρi = massa jenis udara ambient (kg/m³)
- ρr = massa jenis udara refrigerasi (kg/m³)
- g = gravitasi (m/s²)
- h = tinggi pintu (m)
- Fm = factor massa jenis Mencari nilai Fm, maka :

$$F_m = \left[\frac{2}{1 + (\frac{\rho_i}{\rho_r})^{1/3}} \right]^{1.5}$$

$$F_m = \left[\frac{2}{1 + (\frac{0,8}{0,7})^{1/3}} \right]^{1.5}$$

$$F_m = \left[\frac{2}{1 + (1,1428571429)^{1/3}} \right]^{1.5}$$

$$F_m = \left[\frac{2}{2,0454693818} \right]^{1.5}$$

$$F_m = [0,9777706857]^{1.5}$$

$$F_m = 0,9668420243$$

Maka, nilai q :

$$q = 0.221 \times 0.25 \times (36,162 - 11,709) \times 0.8 \times (1 - \frac{0,7}{0,8})^{0.5} (9,8 \cdot 0,27)^{0.5} \times 0,96$$

$$q = 0.221 \times 0.25 \times (24,453) \times 0.8 \times (0,35) \times (2,64) \times 0,96$$

$$q = 0,60467 \text{ kW}$$

Mencari nilai Dt, maka :

$$D_t = \frac{(p \cdot \theta_p + 60 \cdot \theta_o)}{3600 \cdot \theta_d}$$

Keterangan :

- P = Jumlah pintu
- θp = Lamanya pintu terbuka-tertutup (detik)
- θo = Waktu pintu terbuka (menit)
- θd = Lama alat digunakan dalam sehari (jam)

$$D_t = \frac{(1 \times 10s) + (60 \times 1 \text{ min})}{60 \times 24 \text{ hour}} \quad D_t = 0,0486$$

Maka nilai qt :

$$q_t = 0,60467 \times 0,0468 \times 1,1 (1-0,95)$$

$$q_t = 0,60467 \times 0,0486 \times 1,1 (0,05)$$

$$q_t = 0,0161618668 \text{ Kw} = 16,168668 \text{ W}$$

4) *safety factor*

$$\text{safety factor} = Q_{\text{Transmisi}} + Q_{\text{Produk}} + Q_{\text{Infiltrasi}} \cdot (10\%) = 0,009842 \text{ kW} + 0,12556 \text{ kW} + 0,0161618668 \text{ kW} \cdot (10\%) \text{ kW} = 0,0151563867 \text{ kW}$$

Jadi beban total pada perencanaan mesin *blood bank refrigerator* ini yaitu :

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{Transmisi}} + Q_{\text{Produk}} + Q_{\text{Infiltrasi}} + \text{safety factor}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,009842 + 0,12556 + 0,0161618668 + 0,0151563867 \text{ (kW)} = 0,1667202535 \text{ kW} = 166,7202535 \text{ Watt} = 167 \text{ watt}$$

5) Pemilihan Komponen

5.1) Kompresor

Sesuai dengan perhitungan $W_c = \dot{m} (h_2 - h_1)$ yang didapat serta refrigeran yang dipilih untuk kompresor hermetik yaitu R134a dengan spesifikasi daya sebesar **0,05889808 kW** atau **58,89 watt** (hasil perhitungan). Spesifikasi yang tersedia di pasaran :

- 1 PK = 746 Watt
- 1/2 PK = 373 Watt
- 1/4 PK = 186 Watt

1/8 PK = 93 Watt (yang mendekati spesifikasi perencanaan)

Jadi dipilih kompresor dengan spesifikasi 1/8 PK yang lebih mendekati perhitungan yang telah dilakukan diatas.

5.2) Evaporator

Pemilihan evaporator alat *blood bank refrigerator* ini menggunakan tipe plat evaporator.

Dengan menggunakan persamaan $A = \frac{Q_{in}}{U \times \Delta T}$ (Boyle, *Australian Refrigeration and Air conditioning. Vol 1.2002. hal : 4.26*).

$Q_{in} = 291,4554$ watt (beban total)

$U_{eva} = 5,5$ W/m².K (Natural-convection, moderate icing)

$\Delta T = 40$ K

A = Dimensi luas bagian permukaan depan dan belakang evaporator.

Maka dimensi evaporator yang dibutuhkan yaitu :

$$A = \frac{Q_{in}}{U \times \Delta T} = \frac{0,2914554 \text{ kJ/s}}{5,5 \text{ W/m}^2\text{.K} \times 37 \text{ K}} = \mathbf{0,143 \text{ m}^2}$$

Luas dua sisi evaporator yang dibutuhkan 1435 cm². Jadi berikut data spesifikasi epavorator yang mendekati perencanaan (dimensi epavorator) :

RT4 = 2200 cm² (generally used)

R26 "U" = 1033 cm² (generally used)

FL = 3480 cm² (Bendable plates)

FM = 2380 cm² (Bendable plates)

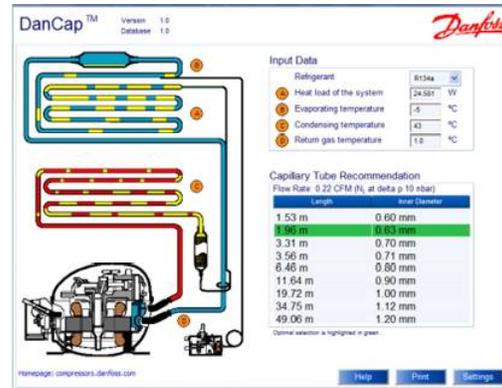
Dilihat dari spesifikasi diatas yang lebih mendekati adalah evaporator dengan spesifikasi RT4 = 2200 cm² (generally used), Karena jenis ini bisa dibentuk sesuai kebutuhan. Untuk menyesuaikan desain perencanaan evaporator ini dipilih bentuk U, yang sudah tersedia dipasaran dengn volume ruang yang diukur langsung yaitu 48 cm x 28 cm x 48 cm.

5.3) Pipa Kapiler

Untuk menentukan komponen pipa kapiler dapat menggunakan *software DanCap* (Danfoss *Capillary Tube Selector*) dengan memasukan data perencanaan sebagai berikut :

- Refrigerant = R-134a
- Evaporating temperature = -7⁰C
- Condensing temperature = 40⁰C

Sehingga didapat data sebagai berikut :



Gambar 4. Pemilihan Komponen pipa kapiler menggunakan *software DanCap*

Dari gambar 4, dapat diketahui rekomendasi panjang dan diameter pipa kapiler yang harus digunakan. Jadi, panjang pipa kapiler yang direkomendasikan harus digunakan yaitu 1,96 m dengan diameter pipa kapiler yaitu 0,63 mm. Dengan catatan panjang pipa kapiler dapat diubah sesuai kondisi pada saat pengujian alat yang direncanakan dan diameter pipa kapiler sesuai dengan ketersediaan bahan di pasaran.

5.4) Kondensor

Blood Bank ini termasuk dalam jenis mesin refrigerator domestik, yang memiliki kapasitas lebih kecil dibanding mesin refrigerator industri, adapun melihat jenis refrigerator domestik ini tipe kondensor yang direkomendasikan adalah kondensor dengan tipe *natural convection*, yang biasa disebut dengan istilah kondensor statis, hal ini disebabkan kondensor ini membutuhkan luas permukaan yang relatif lebih besar, karena jumlah sirkulasi udara diatas area kondensor sangat kecil,

$$Q_h = Q_{in} + W_c = 291,4554 \text{ Watt} + 93 \text{ Watt} = 384,45 \text{ Watt}$$

$$Q_h = U \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q_h = 99,715 \text{ Watt}$$

$$U = 7,0 \text{ W/m}^2\text{.K (natural-convection)}$$

$$A = \text{Luas permukaan kondensor (m}^2\text{)}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 (30 - (-7))$$

Jadi luas ukuran kondensor yang diperlukan adalah jumlah beban total berbanding dengan koefesien perpindahan panas dikalikan dengan beda temperature. Didapat luas permukaan area kondensor adalah 0,385 m² atau 3850 cm². Untuk ukuran kondensor dijual dalam bentuk U pipa yang memiliki luas 55 cm x 7 cm atau 385 cm² persegi jadi untuk memenuhi kebutuhan kondensor 3850 cm² alat mesin *Blood Bank* ini membutuhkan kondensor jenis *wire tube* ini dengan lekukan U pipa sebanyak 10 U lekukan pipa..

6. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian dan Analisa didapat data: Desain termal dapat direncanakan sesuai dengan perencanaan sebelumnya (tabel 4)

Tabel 4. Spesifikasi Perencanaan Desain Termal *Blood Bank Refrigerator*

Perencanaan	Spesifikasi	Satuan
Suhu kabin	2	⁰ C
Suhu evaporasi	-7	⁰ C
Suhu kondensasi	40	⁰ C
COP	3,9	-
Efek refrigerasi	168,083	kJ/kg
Laju aliran massa	0,00099189	kg/s
Daya kompresor	0,04751768	kW
Kerja Kompresi	47,9062	kJ/kg
Pelepasan kalor kondensor	256,160	kJ/kg

7. Kesimpulan

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Total beban pendingin adalah 167 watt dengan rincian beban transmisi 9,842 watt beban infiltrasi 16,168 watt, beban produk 125,56 watt dan *safety factor* 15,156 watt.
2. Komponen compressor perencanaan 58 watt, perencanaan kondensor 183,4 watt sebanyak 10 U lengkukan pipa, perencanaan pipa kapiler panjang 1,96 m dengan diameter 0,63 mm, evaporator dengan tipe RT4 dengan luas 2200 cm²
3. Berdasarkan langkah-langkah perakitan dapat diambil garis besar proses perakitan meliputi persiapan (pembelian komponen sesuai perencanaan), perakitan kerangka, body dan alat dan komponen (refrigerasi dan kelistrikan) mesin *mini freezer*, diakhiri dengan *Finishing* (pengecatan dan Pengrapihan).

DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE, Handbook Refrigeration. 2006. *Refrigeration Load*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

ASHRAE, Handbook Refrigeration. 2005. *Refrigerant*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

ASHRAE, Handbook Refrigeration. 2001. *Refrigerasi Terapan*. ASHRAE. Inc.

Armstrong B., dkk . 2005. *Manual on the management, maintenance and use of blood cold chain equipment*. WHO : Switzerland

Boyle Graham., 2006., *Australian Refrigeration and Air Conditioning*., Australi

Boyle Graham., 2002., *Australian Refrigeration and Air Conditioning*., Australi

Dossat, R.J. 1981. *Principles Of Refrigeration*. Jhon Wiley and Sons, Inc:New York.

Moran, M.J., Shapiro, H.N. 2006. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics 5th Edition*. John Wiley & Sons, Inc.

PMI, 2008, *PMI Jatim Situs resmi : Serba Serbi pendonor*, 10 Agustus 2008

Stoecker, Jones. 1982. *Refrigeration And Air Conditionong, 3RD RD.*, Butterworth-Heineman, new dhelhi.

<http://id.wikipedia.org/KabupatenMusiBanyuasin> diakses 6 mei 2017

<http://en.m.wikipedia.org/wiki/Bloodbank> diakses 6 mei 2017