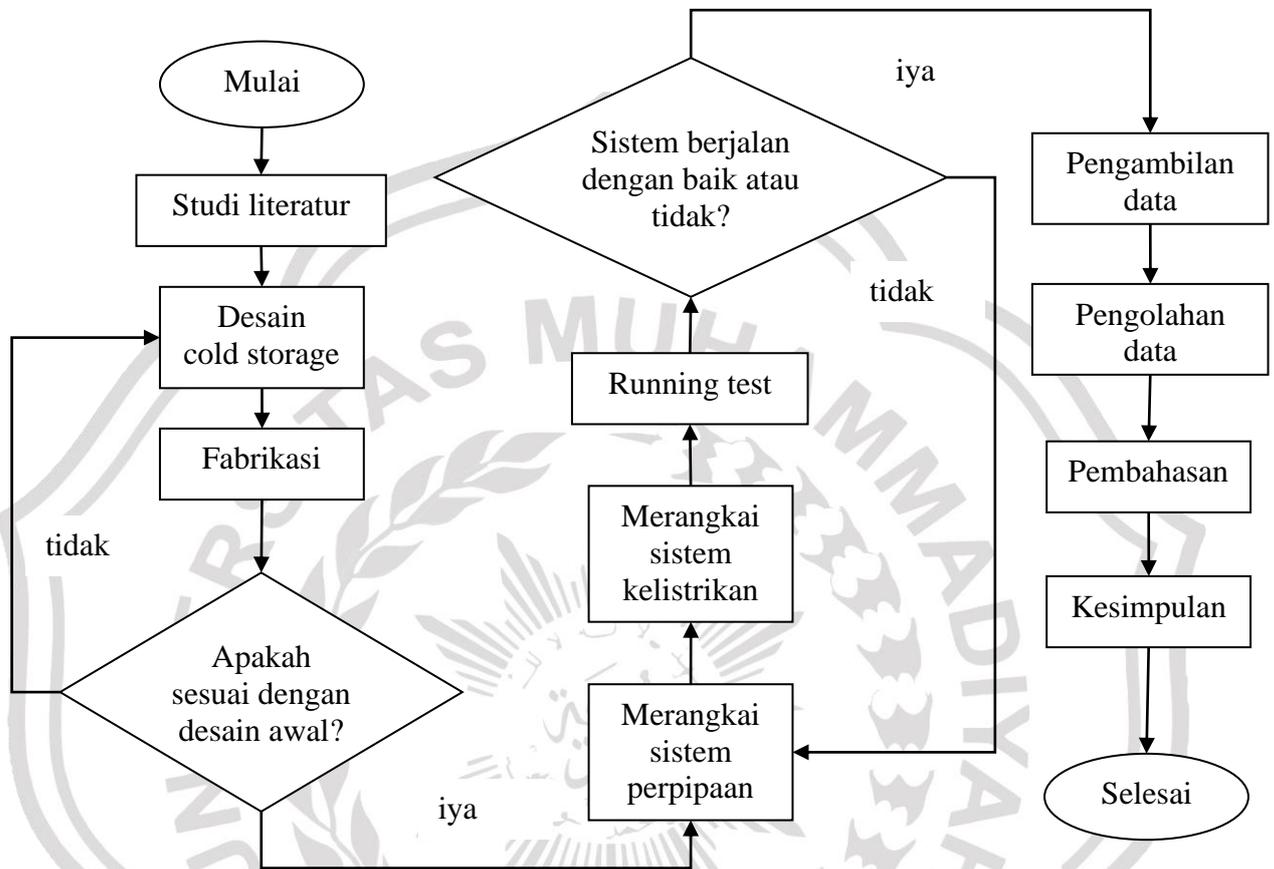


BAB III METODE

3.1. Flow Chart



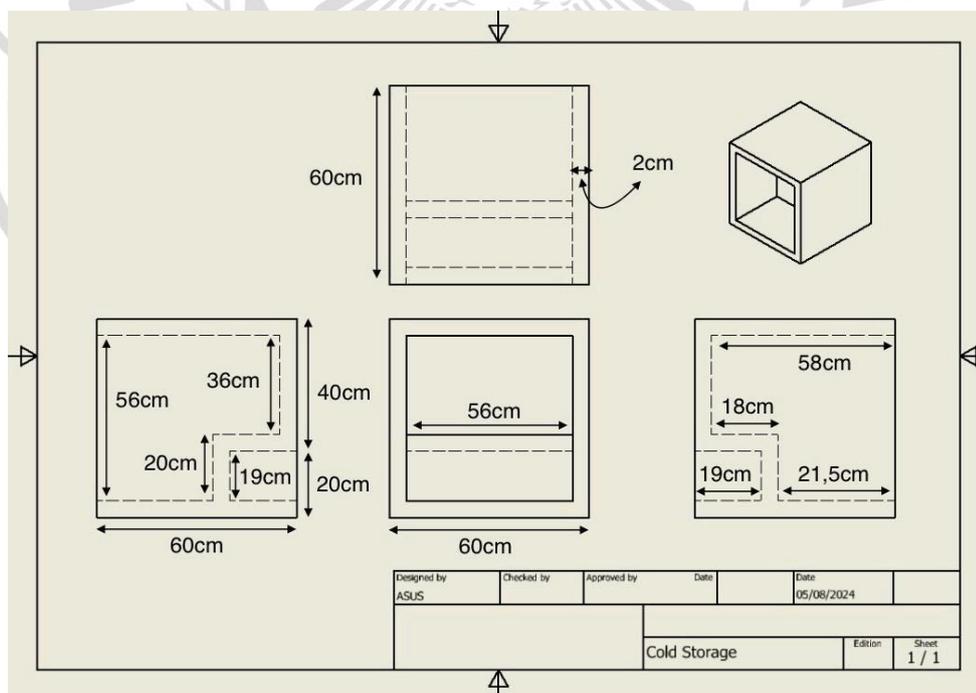
Gambar 3.1. Flow chart

- Studi literatur : Studi literatur dalam penelitian ini adalah gaya untuk memecahkan masalah dengan menelusuri sumber - sumber tulisan yang pernah dibuat sebelum - sebelumnya. Dengan kata lain, istilah studi literatur ini juga sama dengan sebutan studi pustaka.
- Desain *cold storage* : menentukan desain yang akan dirancang, kemudian merancang sketsa desain *cold storage* tersebut menggunakan aplikasi inventor.
- Fabrikasi : menentukan alat, bahan dan komponen yang akan digunakan untuk perancangan *cold storage* beserta spesifikasinya. Juga menjelaskan langkah - langkah perancangan.
- Merangkai sistem perpipaan : menjelaskan langkah - langkah merancang sistem perpipaan sebagai penghubung sistem refrigrasi atau pendinginan.

- Merangkai sistem keistrikan : menjelaskan langkah – langkah merancang sistem kelistrikan sebagai sumber energi penggerak sistem refrigrasi atau pendinginan.
- *Running test* : tahap uji kinerja mesin *cold storage*, sistem refrigrasi dan sistem kelistrikan yang telah dirancang.
- Pengambilan data : tahap pengambilan data berupa suhu dari tiga titik pada komponen sistem refrigrasi yakni T_1 = tempratur refrigeran keluar evaporator masuk ke kompresor. ($^{\circ}C$), T_2 = tempratur refrigeran keluar kompresor masuk ke kondensor. ($^{\circ}C$), T_3 = tempratur refrigeran keluar kondensor masuk ke filter/ekspansi. ($^{\circ}C$), T_4 = tempratur refrigeran keluar filter/ekspansi masuk ke evaporator. ($^{\circ}C$).
- Pengolahan data : mengolah data yang telah didapatkan menggunakan rumus, untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pembahasan :merangkum semua data – data yang telah didapatkan dan yang telah dihitung, kemudian ditarik kesimpulan dari data – data tersebut.
- Kesimpulan : memberikan pernyataan secara ringkas dari keseluruhan hasil pengolahan data dan pembahasan.

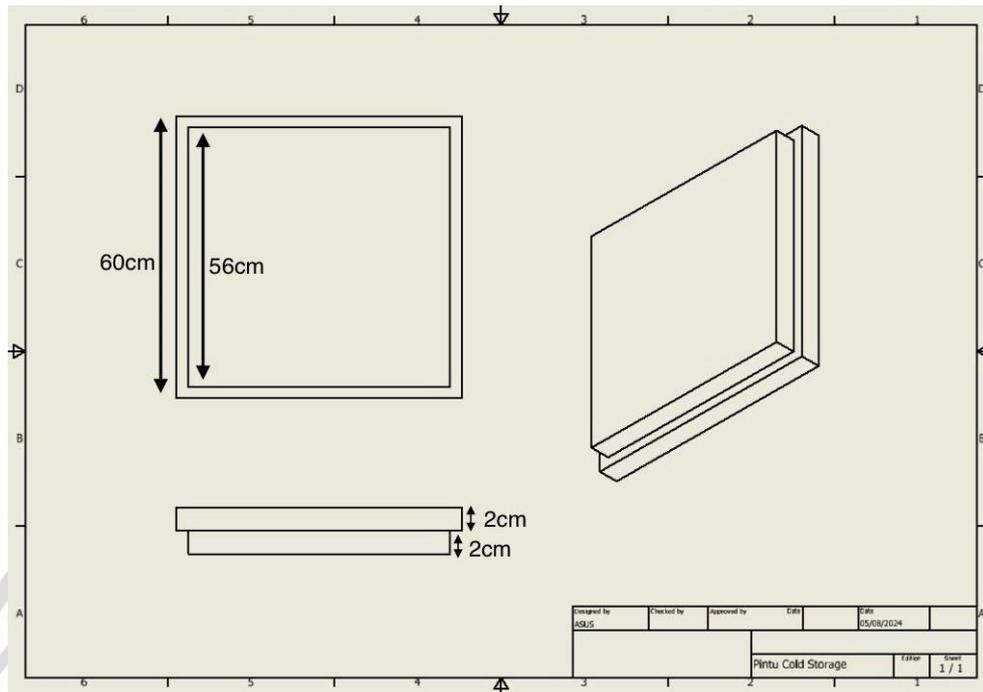
3.2. Desain Cold Storage

Tahap awal perancangan adalah membuat desain. Desain perancangan *cold storage* yang telah penulis buat dapat dilihat pada skema gambar teknik dibawah ini.

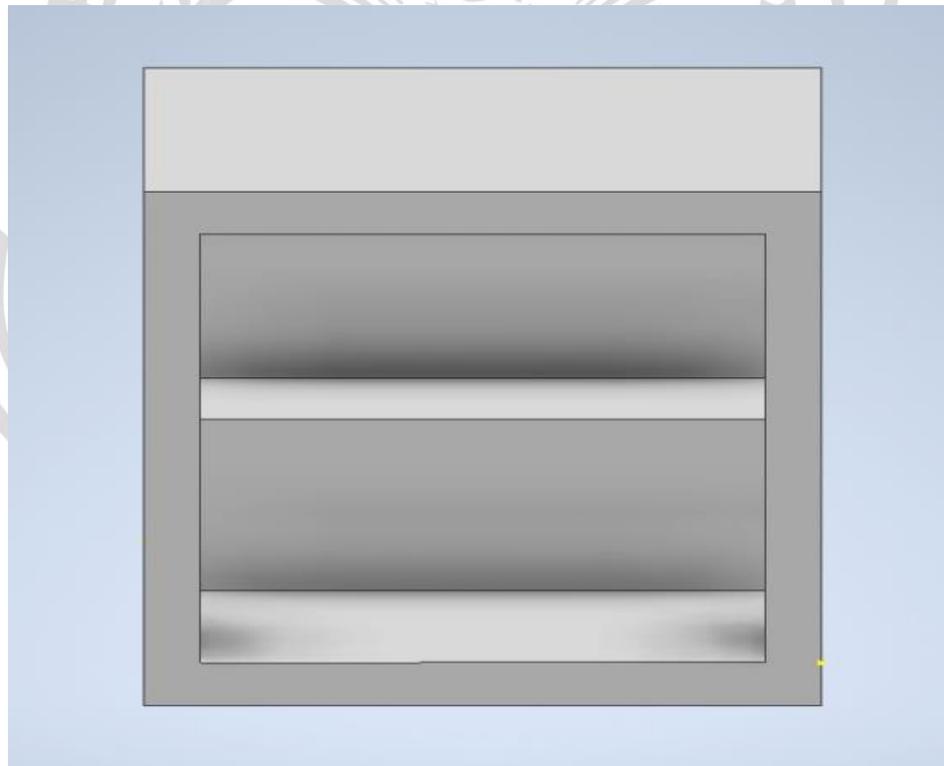


Gambar 3.2. Gambar teknik perancangan cold storage

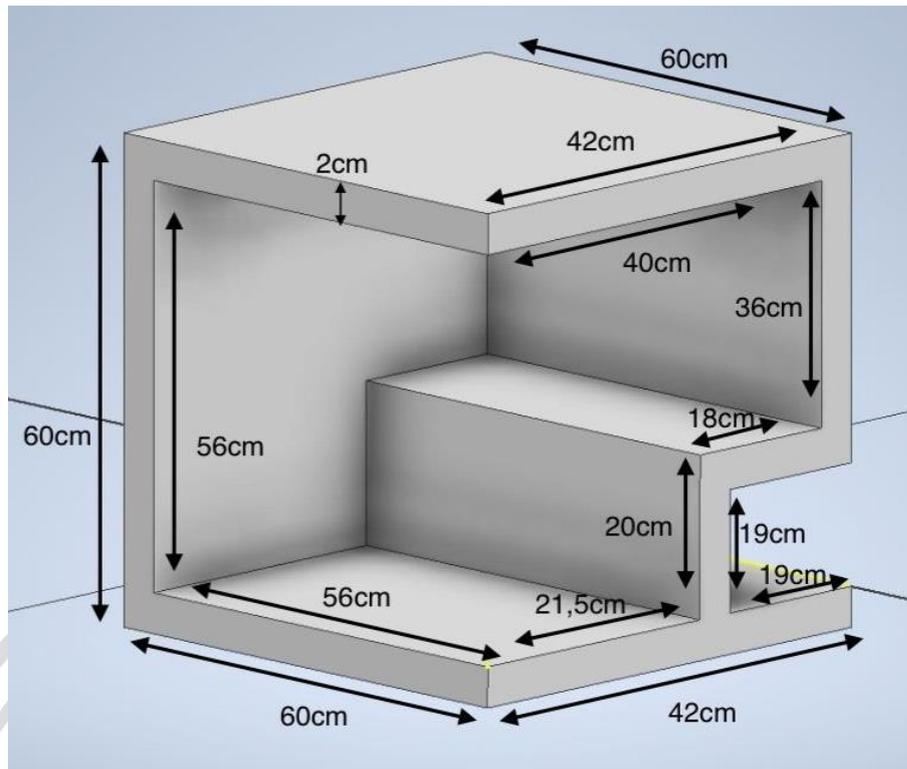
Untuk desain pintu *cold storage* yang telah penulis buat dapat dilihat pada skema gambar teknik dibawah ini.



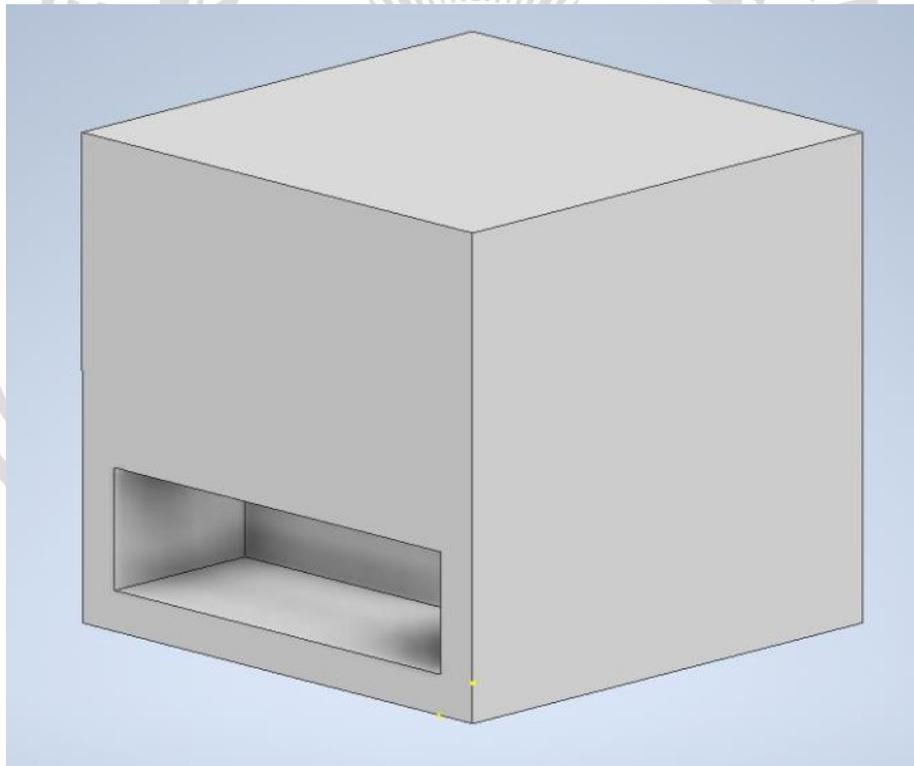
Gambar 3.3. Pintu cold storage



Gambar 3.4. Desain cold storage tampak depan



Gambar 3.5. Desain cold storage bagian dalam tampak dari samping



Gambar 3.6. Desain cold storage tampak belakang

3.3. Fabrikasi

Langkah awal perancangan *prototype cold storage* ini adalah menentukan alat dan bahan komponen yang akan digunakan, seperti kompresor, *evaporator*, *kondensor* dan komponen lain – lainnya.

3.2.1. Spesifikasi Komponen

Untuk spesifikasi komponen yang digunakan pada *prototype cold storage* yang dirancang oleh penulis bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

No	Komponen	Type	Speksifikasi
1	Kompresor	Kulthorn	1/8 pk, 220 v, 50hz
2	Evaporator	Toshiba	28 x 39 cm
3	Kondensor	Toshiba	Panjang pipa 693 cm
4	Filter	Filter isi	1x2, ¾, panjang cm
5	Pipa kapiler	Tateyama	1/4 x 0,40mm
6	Over load	LG	1/8 hp/pk
7	Relay	LG	1/8 hp/pk
8	Thermostart	Starmec	ATB-R132, Range 10°C-18°C
9	Kabel	HYO	2 x 1,5
10	Steker	Dexta	3A – 220 v
11	Ducting	TDI	60 x 60 x 45cm, tebal 2cm

Tabel 3.1. Tabel spesifikasi komponen cold storage

3.2.2. Langkah – langkah Perancangan Cold Storage

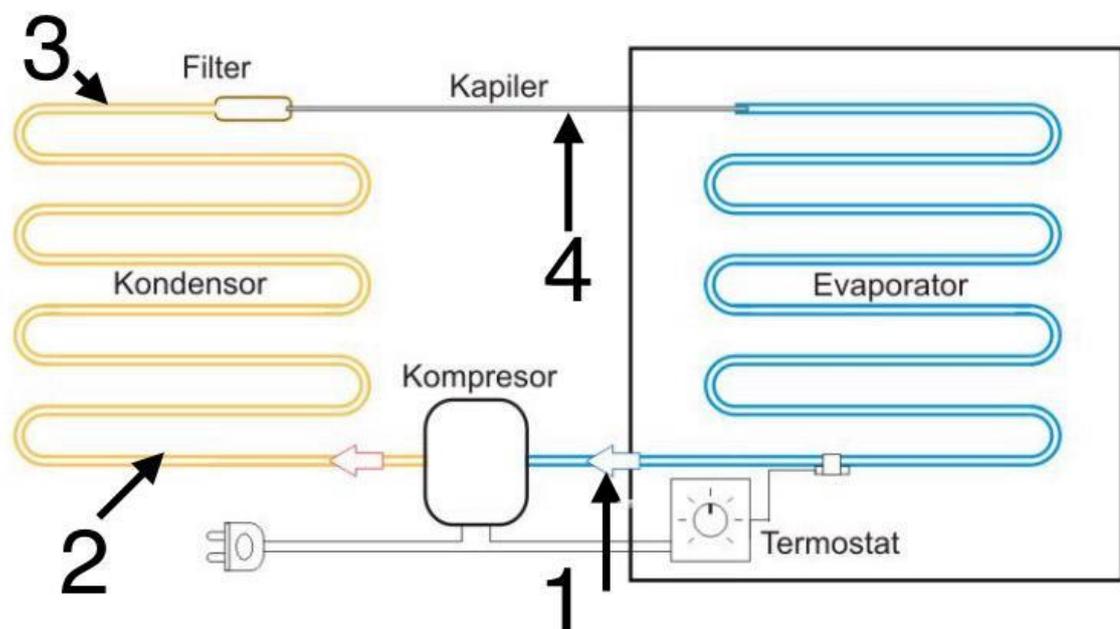
Langkah – langkah proses perancangan *cold storage* yang dikerjakan dari awal pengerjaan sampai selesai adalah sebagai berikut :

1. Tahap pertama adalah pembuatan *casing*, *ducting* yang awalnya berupa lembaran dipotong miring menggunakan *cutter* khusus, dipotong sesuai ukuran dan dimensi yang telah ditentukan.
2. Selanjutnya perakitan *casing*, *ducting* yang sudah dipotong sesuai ukuran yang ditentukan lalu dirakit menjadi kubus dengan lubang kecil pada bagian belakang sebagai tempat untuk *kompresor*.

3. Setelah *casing* dirakit menjadi berbentuk kubus, kemudian *evaporator* dipasang pada bagian dalam, dan kompresor dipasang pada lubang belakang *casing* yang telah disediakan.
4. Kemudian setelah komponen telah dipasang, selanjutnya yakni merakit rangkaian perpipaan menggunakan pipa kapiler untuk menghubungkan tiap komponen pendingin, juga pemasangan *filter* pada pipa dari *kondensor* menuju *evaporator*.
5. Selanjutnya adalah membuat rangkaian kelistrikan, menyambungkan semua komponen kelistrikan menjadi satu rangkaian sesuai dengan gambar rangkaian.
6. Setelah rangkaian pipa dan rangkaian kelistrikan telah terpasang, kemudian dilakukan pengisian refrigerant, menggunakan *refrigerant* R134a.
7. Tahap terakhir setelah semuanya terpasang dengan baik adalah melakukan *running* dengan cara memasang *input* kelistrikan atau steker pada sumber energi listrik yang tersedia.

3.4. Perpipaan

Skema rangkaian perpipaan dari sistem refrigrasi pada perancangan *prototype cold storage* yang dirancang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.7. Skema rangkaian perpipaan

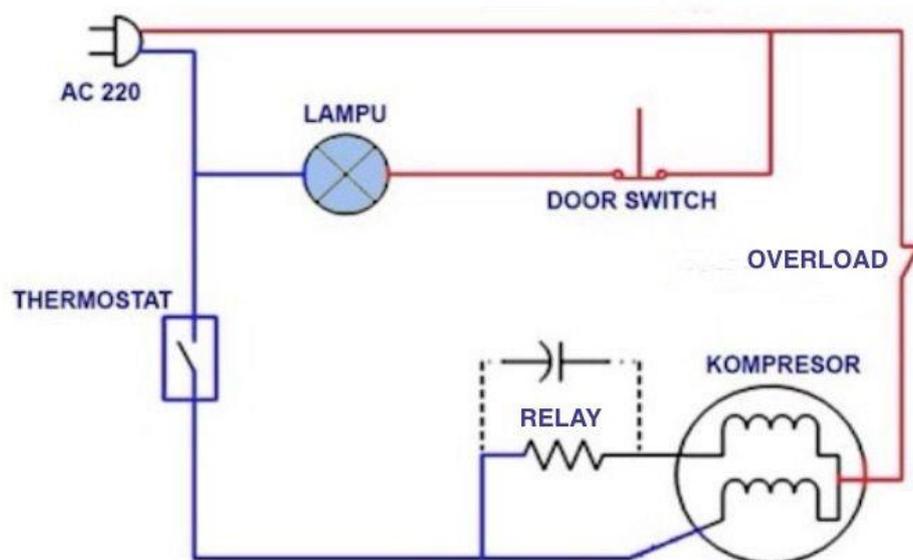
- 1 = T_1 = temperatur refrigeran keluar evaporator masuk ke kompresor. ($^{\circ}C$)
- 2 = T_2 = temperatur refrigeran keluar kompresor masuk ke kondensor. ($^{\circ}C$)
- 3 = T_3 = temperatur refrigeran keluar kondensor masuk ke filter/ekspansi. ($^{\circ}C$)
- 4 = T_4 = temperatur refrigeran keluar filter/ekspansi masuk ke evaporator. ($^{\circ}C$)

Siklus refrigrasi *cold storage* dapat dilihat pada gambar sistem perpipaan di atas, dimana :

1. Kompresor menerima energi listrik untuk menggerakkan piston, piston yang bergerak memompa dan menekan *refrigerant*, serta mensirkulasikannya ke seluruh komponen melalui pipa kapiler.
2. *Refrigerant* yang telah dipompa dan ditekan oleh kompresor bergerak menuju *kondensor* berwujud gas dan dalam kondisi bersuhu tinggi.
3. *Kondensor* yang telah menerima *refrigerant* kemudian melepaskan kalor dan menurunkan suhu dari *refrigerant*, sehingga *refrigerant* berubah dari wujud menjadi cair.
4. Selanjutnya *refrigerant* menuju *filter* untuk menyaring *refrigerant* yang masih berupa gas agar *refrigerant* yang bergerak menuju *evaporator* sepenuhnya berwujud cair.
5. *Refrigerant* yang sepenuhnya telah berwujud cair memasuki *evaporator*, *evaporator* bekerja menyerap kalor dari luar dan melepaskan udara bersuhu dingin, sehingga *refrigerant* yang berada dalam *evaporator* yang berwujud cair berubah kembali menjadi wujud gas.
6. Setelah dari *evaporator*, *refrigerant* yang telah kembali berubah wujud menjadi gas, masuk kembali ke kompresor untuk dipompa dan disirkulasikan lagi secara terus – menerus.

3.5. Kelistrikan

Skema rangkaian kelistrikan dari sistem refrigrasi pada perancangan *prototype cold storage* yang sudah dirancang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.8. Skema rangkaian kelistrikan

Siklus sistem kelistrikan *cold storage* dapat dilihat pada gambar rangkaian kelistrikan di atas, dimana :

1. Input atau steker menerima energi listrik, kemudian dialirkan menuju ke *overload* dan *relay*. Sebelum sampai ke relay dan *overload*, arus listrik dicabangkan untuk mengalir lampu dan *door switch*, serta mengalir *thermostat*.
2. Arus listrik yang telah dicabangkan ke lampu dan *door switch*, lampu berfungsi untuk menerangi bagian dalam *cool storage*.
3. *Door switch* berfungsi untuk memutus aliran listrik yang menyalakan lampu ketika pintu *cold storage* ditutup, dan ketika pintu dibuka arus listrik kembali mengalir menyalakan lampu.
4. *Thermostat* yang telah dialiri energi listrik berfungsi sebagai pengatur suhu dan kinerja kompresor, semakin rendah indikator suhu pada *thermostat* maka semakin tinggi kinerja kompresor, begitu juga sebaliknya, semakin tinggi indikator suhu pada *thermostat* maka semakin rendah kinerja kompresor.
5. *Relay* berfungsi mengatur tegangan arus listrik yang masuk ke kompresor.
6. *Overload* berfungsi sebagai pemutus aliran listrik yang menuju kompresor ketika terjadi kegagalan sistem maupun komponen, untuk mencegah kerusakan pada komponen refrigerasi dan komponen lainnya.
7. kompresor yang telah menerima energi listrik berperan sebagai jantung sistem refrigerasi, yakni memompa dan mensirkulasikan *refrigerant*.

3.6. Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan adalah dengan cara memasang *thermometer* pada empat titik sistem refrigerasi, yakni pada T_1 , T_2 , T_3 dan T_4 . Data yang didapat digunakan untuk mengetahui nilai spesifik volume dan nilai *Coefficient of performance* pada sistem refrigerasi *prototype cold storage* yang dirancang, dengan cara melakukan perhitungan terhadap data yang diperoleh menggunakan rumus. Pengukuran data T_1 , T_2 , T_3 , dan T_4 . Dilakukan saat sistem dalam keadaan *steady*, lalu dilakukan pengambilan data permenit ke 10, percobaan 1 menit ke 10, percobaan 2 menit ke 20, percobaan 3 menit ke 30.

No	Pengukuran Suhu	T_1	T_2	T_3	T_4
1	Percobaan 1				
2	Percobaan 2				
3	Percobaan 3				

Tabel 3.2. Data pengukuran suhu *cold storage*

3.7. Pengolahan Data Dengan Menggunakan Rumus

Dimana :

- T_1 = Temperatur *refrigerant* keluar evaporator masuk ke kompresor. ($^{\circ}C$)
- T_2 = Temperatur *refrigerant* keluar kompresor masuk ke kondensor. ($^{\circ}C$)
- T_3 = Temperatur *refrigerant* keluar kondensor masuk ke filter/ekspansi. ($^{\circ}C$)
- T_4 = Temperatur *refrigerant* keluar filter/ekspansi masuk ke evaporator. ($^{\circ}C$)
- W = Kerja pada kompresor (kw)
- Q = Panas yang dilepaskan ($J/kg^{\circ}C$)
- M = Massa benda (kg)
- P = Tekanan *refrigerant* (psi)
- m = Laju aliran massa dari *refrigerant* (kg/s)
- q_e = Laju panas yang diterima *evaporator* (kw)
- q_k = Laju panas yang dilepaskan *kondensor* (kw)
- c = Panas jenis ($J/kg^{\circ}C$)
- ΔT = Perubahan dari suhu benda ($^{\circ}C$)
- t_1 = Suhu awal dari benda ($^{\circ}C$)
- t_2 = Suhu akhir dari benda ($^{\circ}C$)
- COP = *Coefficient of performance*
- η = Nilai efisiensi (%)
- v = Spesifik volume (m^3/kg)

gambar tabel di bawah ini adalah tabel sifat-sifat *Refrigerant 134a*, yang digunakan sebagai acuan untuk mencari nilai spesifik volume.

TABLE A-12 Properties of Superheated Refrigerant 134a Vapor

T $^{\circ}C$	v m^3/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s $kJ/kg \cdot K$	v m^3/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s $kJ/kg \cdot K$
$p = 0.6 \text{ bar} = 0.06 \text{ MPa}$ ($T_{sat} = -37.07^{\circ}C$)					$p = 1.0 \text{ bar} = 0.10 \text{ MPa}$ ($T_{sat} = -26.43^{\circ}C$)			
Sat.	0.31003	206.12	224.72	0.9520	0.19170	212.18	231.35	0.9395
-20	0.33536	217.86	237.98	1.0062	0.19770	216.77	236.54	0.9602
-10	0.34992	224.97	245.96	1.0371	0.20686	224.01	244.70	0.9918
0	0.36433	232.24	254.10	1.0675	0.21587	231.41	252.99	1.0227
10	0.37861	239.69	262.41	1.0973	0.22473	238.96	261.43	1.0531
20	0.39279	247.32	270.89	1.1267	0.23349	246.67	270.02	1.0829
30	0.40688	255.12	279.53	1.1557	0.24216	254.54	278.76	1.1122
40	0.42091	263.10	288.35	1.1844	0.25076	262.58	287.66	1.1411
50	0.43487	271.25	297.34	1.2126	0.25930	270.79	296.72	1.1696
60	0.44879	279.58	306.51	1.2405	0.26779	279.16	305.94	1.1977
70	0.46266	288.08	315.84	1.2681	0.27623	287.70	315.32	1.2254
80	0.47650	296.75	325.34	1.2954	0.28464	296.40	324.87	1.2528
90	0.49031	305.58	335.00	1.3224	0.29302	305.27	334.57	1.2799

Gambar 3.9. gambar nilai sifat-sifat Refrigeran 134a

Berdasarkan perancangan dan penelitian yang telah dilakukan. Maka, nilai yang dicari dari *prototype cold storage* adalah :

1. Suhu minimum ruang pendingin *cold storage* ?
2. Temperatur *refrigerant* pada titik T₁, T₂, T₃, dan T₄ ?
3. Nilai spesifik volume pada titik T₁, T₂, T₃, dan T₄ *cold storage* yang telah dirancang ?
4. *Coefficient of performance* (COP) sistem pendingin ?

