

PERENCANAAN SISTEM MEKANIKAL COLD STORAGE SEBAGAI PENYIMPANAN SAYUR PASCAPANEN

Shanti Kartika Sari¹, Eka Lutfi Septiani², Risky Wulandari³

^{1,3}Departemen Manajemen Rekayasa, Universitas Internasional Semen Indonesia

²Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia

E-mail: shanti.sari@uisi.ac.id¹, eka.septiani@uisi.ac.id², risky.wulandari15@student.uisi.ac.id³

Abstrak

Produk-produk hortikultura seperti sayur akan mengalami penurunan mutu setelah dipanen karena hilangnya sumber air dan nutrisi. Kualitas sayur tersebut tidak dapat ditingkatkan, hanya dapat dijaga. Kerusakan sayuran tidak dapat dicegah, namun dapat diperlambat. Salah satu cara untuk menjaga kesegaran dan kualitas dari sayur adalah dengan menyimpan bahan makanan pada temperatur rendah, sehingga dapat menghambat aktivitas mikroorganisme sebagai agen pembusuk. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan *cold storage*. Penyimpanan bahan makanan di dalam *cold storage* memerlukan penanganan yang cermat dan tepat, terutama jika bahan makanan dalam jumlah besar dan memiliki sifat mudah rusak (*perishable products*) seperti sayur pascapanen. Untuk mempertahankan kesegaran sayur di Kampus C UI SI dari proses pascapanen sampai ke tangan konsumen, maka dapat digunakan fasilitas *cold storage*. Berdasarkan penelitian sebelumnya, *cold storage* yang direncanakan untuk menyimpan sayur hasil panen telah diketahui kapasitas penyimpanan dan total beban pendinginannya. Dalam penelitian ini, dilakukan perencanaan sistem mekanikal *cold storage* di Kampus C UI SI. Hasil penelitian ini adalah *cold storage* menggunakan refrigeran R-134a. Berdasarkan analisis siklus refrigerasi kompresi uap, didapatkan nilai perhitungan laju aliran massa refrigeran sebesar 0,3866 kg/s, daya kompresor sebesar 17,7413 Hp, dan COP sebesar 3,13.

Kata Kunci-Cold Storage, Refrigerasi, Siklus Kompresi Uap, Sistem Mekanikal

Abstrack

Horticultural products such as vegetables will experience quality degradation after harvested and cut off from their source of water and nutrition. The quality of these vegetables cannot be improved, only maintained. The damage of these products cannot be reversed, only slowed. One way to maintain the freshness and quality of vegetables is by storing them at low temperature, which retards the activities of microorganisms as the spoilage agents. This is can be done by holding perishable products by the use of cold storage. Storing of food in cold storage requires careful and precise handling, especially if the products are large in number, such as postharvest vegetables. Cold storage facility can be used to maintain the freshness of vegetables in Campus C UI SI from postharvest to consumers. Based on previous research, the storage capacity and total cooling load of a cold storage were determined. This study will focus on planning of mechanical system of cold storage at C Campus UI SI. The result shows that the cold storage uses refrigerant 134a. Based on the analysis of vapor compression refrigeration cycle, the mass flow rate of refrigerant R-134a is 0,3866 kg/s, the power of compressor power is 17,7413 Hp, and Coefficient of Performance (COP) is 3,13.

Keywords - Cold Storage, Refrigeration, Vapor Compression Cycle, Mechanical System.

1. PENDAHULUAN

Pendinginan merupakan teknik penyimpanan yang ekonomis untuk menjaga kualitas sayur pascapanen [1]. Teknik pendinginan dapat memperlambat pembusukan dan proses enzimatik oleh mikroorganisme [2]. Ruang penyimpanan dingin (*cold storage*) merupakan ruangan yang dikondisikan dengan sistem pendingin yang bertujuan untuk mendinginkan barang/benda yang disimpan di dalamnya. Fasilitas ini dapat digunakan untuk menyimpan berbagai jenis sayur maupun buah

yang mempunyai sifat mudah rusak (*perishable products*). Pendinginan harus menyesuaikan temperatur yang dapat diterima produk yang disimpan. Teknik pendinginan membutuhkan ruang yang terisolasi dan mesin pengontrol temperatur untuk menjaga temperatur tetap sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, perencanaan *cold storage* harus dilakukan secara cermat dan tepat. Penggunaan *cold storage* sebagai penyimpanan bahan makanan memiliki beberapa keunggulan, yaitu sifat dan wujud bahan makanan tidak berubah, terhindar dari kotoran, debu, dan mikroorganisme perusak lainnya, serta bahan makanan aman untuk

dikonsumsi karena kemungkinan terjadinya keracunan bahan makanan hampir tidak ada [3].

Cold storage yang direncanakan akan diletakkan di dalam gedung dan terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator, dan katup ekspansi yang bekerja menggunakan siklus kompresi uap standar [4]. *Cold storage* dengan sistem siklus kompresi uap (*vapor compression system*) memiliki beberapa keunggulan, antara lain: harga koefisien kinerja (*Coefficient of Performance/COP*) yang tinggi karena siklusnya mendekati siklus Carnot, konstruksi lebih sederhana, perawatan relatif mudah, serta biaya investasi rendah [3]. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dari penelitian sebelumnya telah didapatkan desain serta total beban pendinginan dan kapasitas penyimpanan *coldstorage* yang akan digunakan sebagai media penyimpanan sayuran hasil panen Kampus C UI SI. Dari penelitian tersebut didapatkan data kapasitas penyimpanan sayur hasil panen sebesar 259,68 kg (865 pack) dan total beban pendinginan adalah 189.721,8356 Btu/h [5].

Dalam penelitian ini, akan dilakukan perancangan sistem mekanikal yang meliputi penentuan komponen utama mesin refrigerasi, melakukan perhitungan komponen *cold storage* (evaporator, kompresor, kondensor, katup ekspansi), serta menentukan jenis refrigeran yang akan digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui laju aliran massa refrigeran, kerja kompresi yang dibutuhkan, serta *Coefficient of Performance* (COP). Sehingga, pemilihan komponen *cold storage* dapat disesuaikan dengan temperatur penyimpanan dan kapasitas sayur yang ada di Kampus C UI SI.

2. METODE

a. *Cold Storage*

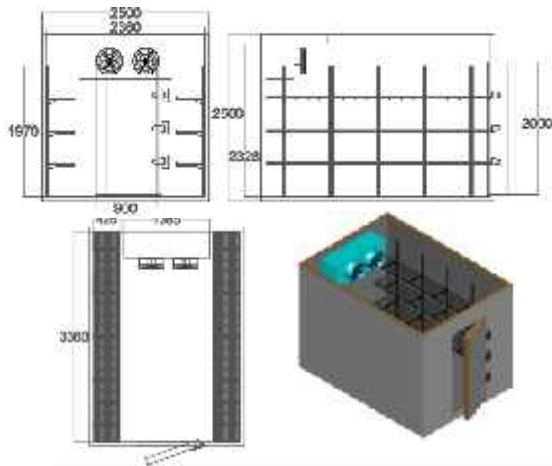
Bahan makanan yang mudah busuk (*perishable products*) seperti sayur pascapanen sangat cocok disimpan pada temperatur rendah dengan teknik pendinginan menggunakan fasilitas *cold storage*, agar sayur tersebut

sampai ke tangan konsumen tetap dalam keadaan segar. Berikut merupakan kelebihan penggunaan *cold storage*[6]-[7]:

- Kesegaran produk bertahan dalam wakturelatif lama.
- Produk aman dari proses pembusukan, karena pendinginan dapat memperlambat pembusukan dan proses enzimatik oleh mikroorganisme.
- Kelangsungan persediaan bahan bakumaupun mentah tetap terjaga.
- Bahan makanan yang didinginkan tidak mengalami perubahan rasa, warna dan rasa.

b. Konstruksi *Cold Storage*

Konstruksi *cold storage* hasil perancangan sebelumnya berbentuk balok yang terdiri dari atap, lantai, dinding, dan pintu. Material insulasi pelindung menggunakan *stainless steel* sebagai lapisan luar dan aluminium sebagai lapisan dalam, sedangkan material inti menggunakan *Polyurethane* (PUR). *Cold storage* untuk sayur direncanakan akan ditempatkan di salah satu bangunan Kampus C UI SI. Ukuran *cold storage* disesuaikan dengan space yang tersedia. Desain dan ukuran *cold storage* dapat dilihat pada Gambar 1. *Cold storage* tersebut memiliki kapasitas penyimpanan sayur hijau pascapanen Kampus C sebesar 259,68 kg dan total beban pendinginan sebesar 189.721,8356 Btu/h. *Cold storage* ini akan beroperasi pada temperatur minimum penyimpanan sayur, yaitu 0°C untuk mengakomodasi sayur yang memiliki temperatur penyimpanan yang paling rendah dan mampu beroperasi pada beban puncak, yaitu pada temperatur lingkungan 36.7°C. Adapun spesifikasi dari *cold storage* disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 1 Desain cold storage tampak depan, samping, atas dan dimensinya (dalam mm)

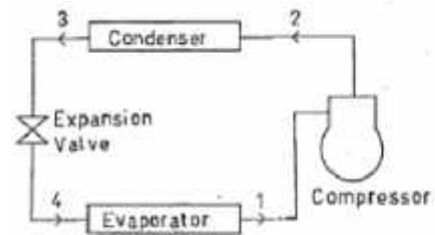
Tabel 1. Data desain perancang cold storage [5]

No.	Description
1	Dimension of cold storage: $l = 3.5$ m; $w = 2.5$ m; $h = 2.5$ m
2	Dimension of rack: $l = 3.36$ m; $w = 0.425$ m; $h = 2.5$ m
3	Dimension of fan evaporator: $l = 1.385$ m; $w = 0.585$ m, $h = 0.525$ m
4	Dimension of basket: $l = 0.62$ m; $w = 0.45$ m; $h = 0.3$ m Material: HDPE; mass: 2 kg
5	Material of wall: Outer layer: stainless steel; thickness = 2 mm Insulation filed with polyurethane (PUR); thickness = 66 mm Inside layer: aluminum; thickness = 2 mm
6	Material of ceiling: Outer layer: stainless steel; thickness = 2 mm Insulation filed with polyurethane (PUR); thickness = 126 mm Inside layer: aluminum; thickness = 2 mm
7	Material of floor: Outer layer: stainless steel; thickness = 5 mm Insulation filed with polyurethane (PUR); thickness = 35 mm Inside layer: aluminum; thickness = 2 mm
8	Material of door: Outer layer: stainless steel; thickness = 2 mm, Insulation filed with polyurethane (PUR) ; thickness = 106 mm; Inside layer: aluminum; thickness = 2 mm
9	Material of plastic wrap: polypropylene, mass: 7 g
10	Light: Tube Luminescent (TL type); 36 W
11	Defrost system: 24000 W
12	Fan or air cooler: 1500 W

c. Siklus Kompresi Uap Standar

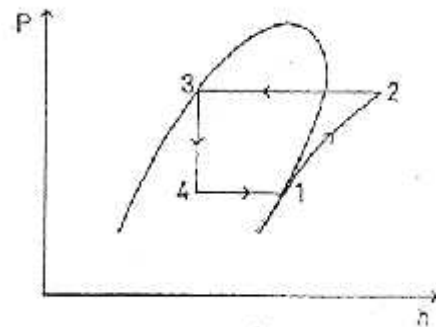
Sistem kompresi uap merupakan sistem yang paling banyak digunakan pada sistem refrigerasi, baik besar maupun kecil [6]. Sistem ini menggunakan zat pendingin berupa uap yang mengalami proses evaporasi dan

kondensasi. Siklus ini merupakan siklus tertutup, karena zat pendingin (refrigeran) mengalir melalui komponen yang terpisah, seperti kompresor, kondensor, evaporator, lalu kembali lagi ke kompresor [8]. Adapun skema siklus refrigerasi kompresi uap dapat dilihat pada Gambar 2.

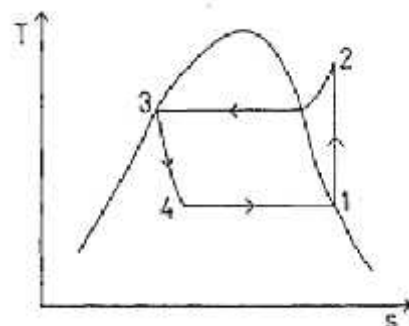


Gambar 2 Siklus Sistem Kompresi Uap

Siklus kompresi uap standar merupakan siklus teoritis, di mana skemanya dapat dilihat dalam diagram tekanan-entalpi/ *pressure-enthalpy diagram* (diagram P-h) dan diagram temperatur-entropi/ *temperature-entropy diagram* (diagram T-s) pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Diagram P-h



Gambar 4 Diagram T-s

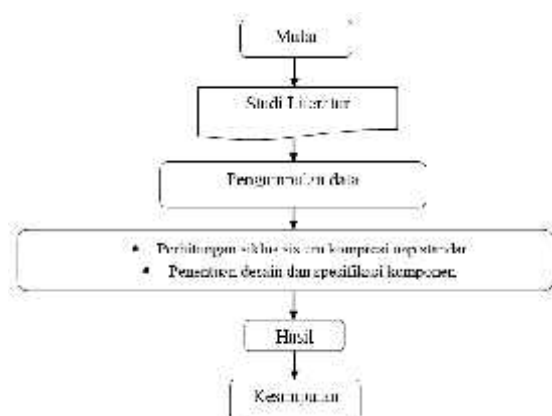
Proses-proses yang menyusun siklus sistem kompresi uap standar dari diagram P-h dan T-s dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 1–2 : Kompresi adiabatik reversibel dari fase uap jenuh ke tekanan kondensor.
- 2–3 : Proses pelepasan kalor pada tekanan konstan secara reversibel, menyebabkan penurunan panas lanjut (*desuperheating*) dan terjadi pengembunan/kondensasi.
- 3–4 : Ekspansi irreversibel pada entalpi konstan dari fase cair jenuh ke tekanan evaporator.
- 4–1 : Penyerapan kalor pada tekanan konstan secara reversibel, sehingga terjadi penguapan ke fase uap jenuh.

Kapasitas pendinginan suatu sistem refrigerasi dinyatakan dalam ton refrigerasi (TR), di mana: 1 TR = 200 Btu/min. Berbagai kuantitas dari siklus kompresi uap standar, seperti tenaga yang dibutuhkan untuk proses kompresi, jumlah kalor yang dibuang, efek pendinginan, COP, *volume rate of flow per ton*, dan *power per ton* dapat ditentukan dengan menggunakan diagram P-h [3].

3. METODE

Diagram alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

Perhitungan Siklus Sistem Kompresi Uap Standar

Komponen-komponen utama di dalam mesin refrigerasi adalah evaporator, kompresor, kondensor, dan komponen pendukung. Perancangan komponen mesin refrigerasi dilakukan dengan membuat konstruksi komponen kemudian melakukan perhitungan tiap komponen dan peralatan pendukung. Berikut merupakan kuantitas yang penting dari siklus kompresi uap standar [3].

- *Work of compression*

Work of compression dinyatakan dalam satuan Btu/lb atau J/kg. Besarnya tenaga yang dibutuhkan untuk proses kompresi ini merupakan selisih entalpi antara proses 1–2 pada diagram tekanan-entalpi (diagram P-h) Gambar 3.

$$\text{Work of compression } (W_{12}) = h_1 - h_2 \quad (1)$$

- Panas/kalor yang dibuang (*heat rejection*)

Heat rejection dinyatakan dalam Btu/lb, di mana besarnya ditentukan dari jumlah panas yang ditransfer dari refrigeran pada proses 2–3 pada Gambar 3.

$$\text{Heat rejection} = h_3 - h_2 \quad (2)$$

- Efek pendinginan (*refrigerating effect*)

Refrigerating effect (RE) dinyatakan dalam Btu/lb atau J/kg, di mana nilainya ditentukan dari jumlah panas yang ditransfer ke refrigeran pada proses 4–1 pada Gambar 3.

$$\text{Refrigerating effect } (RE) = h_1 - h_4 \quad (3)$$

Jika nilai RE dan massa refrigeran yang diuapkan tiap satuan waktu pada evaporator telah diketahui, maka kapasitas pendinginan sistem refrigerasi dapat ditentukan.

$$\text{Kapasitas pendinginan (ton)} * 200 \text{ (Btu/min.ton)} = \dot{m} \text{ (lb/min)} * RE \text{ (Btu/lb)} \tag{4}$$

- *Coefficient of Performance (COP)*
COP adalah suatu koefisien yang nilainya merupakan rasio antara *refrigerating effect* dengan *work of compression*. Jadi,

$$COP = \frac{RE \text{ (Btu/lb)}}{W_{12} \text{ (Btu/lb)}} \tag{5}$$

- *Volume flow per ton*
Volume flow per ton dinyatakan dalam $\text{ft}^3/\text{min.ton}$ dan besarnya dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\text{Volume flow per ton} = \frac{v_1 \text{ (ft}^3/\text{lb)} * \dot{m} \text{ (lb/min)}}{\text{kapasitas pendinginan (ton)}} \tag{6}$$

di mana:
 v_1 = volume spesifik refrigeran pada inlet kompresor.
 \dot{m} = massa refrigeran yang diuapkan pada evaporator tiap satuan waktu.
 Nilai dari *volume flow per ton* dapat digunakan untuk mengestimasi besar kecilnya ukuran kompresor yang digunakan.

- *Power per ton*
Power per ton dinyatakan dalam HP/ton dan menunjukkan tenaga yang dibutuhkan kompresor untuk tiap ton kapasitas pendinginan yang dihasilkan dari sistem refrigerasi, di mana besarnya dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Power per ton} = \frac{W_{12} * \dot{m} * J}{\text{Kapasitas pendingin}} \tag{7}$$

di mana:
 W_{12} = kerja kompresor (Btu/lb)
 \dot{m} = laju massa refrigeran (lb/min)
 J = faktor konversi = $\frac{778}{550 * 60}$
 (dalam HP.min/Btu)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Sistem Refrigerasi
 Penelitian ini membahas mengenai perencanaan sistem mekanikal pada *cold storage* yang ada di Kampus C UI SI. Berikut adalah data-data yang akan digunakan untuk perhitungan.

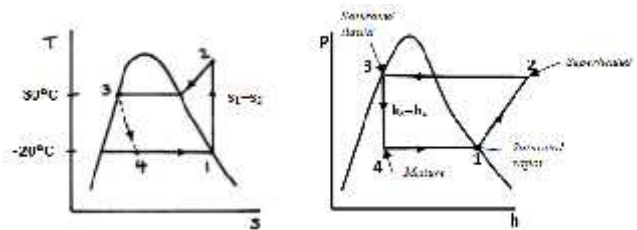
- Kapasitas penyimpanan = 259,68 kg sayur.
- Temperatur penyimpanan = 0°C
- Temperatur luar = 36,7°C
- Total beban pendingin = 55.601,78 W

Perencanaan sistem refrigerasi pada penelitian ini menggunakan sistem kompresi uap, di mana sistem ini paling banyak digunakan pada sistem refrigerasi. Refrigeran yang digunakan adalah R-134a (Tetrafluoroethane). Data perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data perhitungan siklus refrigerasi kompresi uap

Keterangan	Nilai
^a Temperatur penguapan (°C)	+20
^a Temperatur pengembunan (°C)	30
^b Beban pendinginan (W)	55.601,78

^aASHRAE (2005) [9] dan ^bSari & Pratami [5]



Gambar 6 Diagram T-s dan P-h

Data properti dari R134a dapat dilihat melalui diagram T-s dan P-h pada Gambar 6 serta berdasarkan tabel Termodinamika. Properti keadaan 1–4 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.Data properti termodinamika keadaan 1–4

	s (kJ/kg.K)	h (kJ/kg)	v (m ³ /kg)	p (bar)	T (°C)
1	0,9337	235,31	0,0001464	1,3299	-20
2	0,9332	269,53	0,03046	8	38,79
3	0,3396	91,49	0,0008417	8	30
4	0,3651	91,49	0,047	1,3299	-20

Berikut merupakan perhitungan laju aliran massarefrigeran.

$$\begin{aligned}
 \text{Laju aliran massa } (\dot{m}) &= \frac{q_c}{(h_2 - h_1)} \\
 &= \frac{55.601,78 \text{ J/s}}{(235,31 - 91,49) \times 1000 \text{ J/kg}} \\
 &= \frac{55.601,78 \left(\frac{\text{J}}{\text{s}} \times \frac{\text{kg}}{1000\text{J}}\right)}{143,82} \\
 &= \frac{55.601,78}{143,82} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ s}} \\
 &= 0,3866 \frac{\text{kg}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Besarnya daya yang dibutuhkan kompresor adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Daya kompresor } (\dot{W}_{\text{out}}) &= \dot{m} \times (h_2 - h_1) \\
 &= 0,3866 \text{ kg/s} \times (269,53 - 235,31) \text{ kJ/kg} \\
 &= 0,3866 \text{ kg/s} \times 34,22 \text{ kJ/kg} \\
 &= 13,2317 \text{ kJ/s} = 4,4820 \text{ kW} \times 1,341022 \text{ Hp/kW} \\
 &= 17,7413 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai koefisien prestasi (COP) adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Coefficient of Performance (COP)} &= \frac{q_c}{\dot{W}_{\text{out}}} \\
 &= \frac{55.601,78 \text{ J/s}}{17,7413 \times 1000 \text{ J/s}} \\
 &= \frac{55.601,78 \left(\frac{\text{J}}{\text{s}} \times \frac{\text{s}}{1000\text{J}}\right)}{17,7413} \\
 &= \frac{55.601,78}{17,7413} \times \frac{1}{1000} \\
 &= \frac{55.601,78}{17,7413} \\
 &= 3,13
 \end{aligned}$$

Pemilihan Kompresor

Pada penelitian ini, jenis kompresor yang dipilih yaitu kompresor semi hermetik. Kompresor semi hermetik merupakan kompresor yang motor penggerakannya berada satu rumah dengan housing kompresor tapi tidak dilas sehingga masih bisa dibuka untuk

perbaikan [10].Gambar 7 merupakan jenis kompresor yang dipilih.



Gambar 7.Semi Hermetic Compressor[11]

Berikut merupakan data dalam penelitian ini untuk merencanakan pemilihan kompresor.

Diketahui:

- Beban pendinginan (q_c) = 55.601,78 W
- Temperatur penguapan = -20°C
- Temperatur lingkungan = 36,7°C
- Temperatur pengembunan = 30°C
- Daya kompresor (_{out}) = 17,7413 Hp

Tabel 4 merupakan spesifikasi jenis kompresor 2S series semi hermetic merk EMERSON Copeland.

Tabel 4.Spesifikasi kompresor jenis semi hermetic [11]

Keterangan	Spesifikasi
Kompresor model	D8SH-500X
Kapasitas pendingin	58,21 kW
Daya listrik	400V/3/50Hz

Pemilihan Kondensator

Jenis kondensator yang dipilih yaitu *air cooled condenser* (udara). *Air cooled condenser* adalah kondensator yang menggunakan udara sebagai media pendinginnya, yang biasanya digunakan pada sistem berskala rendah dan sedang dengan kapasitas hingga 20 ton refrigerasi [12]. Gambar 8 merupakan jenis kondensator yang dipilih.



Gambar 8. Air Cooled Condenser [13]

Berikut merupakan data dalam penelitian ini untuk merencanakan pemilihan kondensor. Diketahui :

- Beban pendinginan (q_c) = 55.601,78 W
- Temperatur penguapan = -20°C
- Temperatur kondensasi = 30°C
- Temperatur lingkungan = $36,7^{\circ}\text{C}$

Tabel 5 merupakan spesifikasi jenis kondensor air cooled condenser merk Zhigao.

Tabel 5 Spesifikasi kondensor berpendingin udara [13]

Keterangan	Spesifikasi
Kondensor model	XMK-200-4
Kapasitas pendingin	57 kW
Daya	1600 W
Tegangan	220V/380V

Pemilihan Evaporator

Jenis evaporator yang dipakai yaitu koil bersirip (*finned coil*). Pertimbangan dalam pemilihan evaporator jenis koil bersirip yaitu bentuknya yang ringkas, sehingga distribusi temperatur dalam *cold storage* dapat merata dan kapasitas pendinginan sesuai yang dibutuhkan [14]. Gambar 9 merupakan jenis evaporator yang dipilih.

Berikut merupakan data dalam penelitian ini untuk merencanakan pemilihan evaporator. Diketahui :

- Beban pendinginan (q_c) = 55.601,78 W
- Temperatur penguapan = -20°C
- Temperatur kondensasi = 30°C
- Temperatur penyimpanan = 0°C

- Tipe refrigeran = R134a



Gambar 9. Finned Coil Evaporator [15]

Tabel 6 merupakan spesifikasi jenis evaporator merk Cryo.

Tabel 6 Spesifikasi evaporator [15]

Keterangan	Spesifikasi
Evaporator model	LDD61.6/350
Kapasitas pendingin	61,6 kW
Daya listrik	3000 W

Pemilihan Katup Ekspansi

Katup ekspansi yang dipilih menggunakan *thermostatic expansion valve*. Pertimbangan dalam pemilihan katup ekspansi jenis ini yaitu jenis refrigeran, kapasitas pendinginan dan temperatur sesuai dengan yang diperlukan. Selain itu, jenis ini dapat mengatur aliran refrigeran baik secara manual maupun otomatis. Gambar 10 merupakan jenis katup ekspansi yang dipilih.



Gambar 10 Thermostatic Expansion Valve [16]

Berikut merupakan data dalam penelitian ini untuk merencanakan pemilihan katup ekspansi. Diketahui :

- Beban pendinginan (q_c) = 55.601,78 W
- Temperatur penguapan = -20°C
- Temperatur kondensasi = 30°C
- Temperatur penyimpanan = 0°C

- Tipe refrigeran = R134a

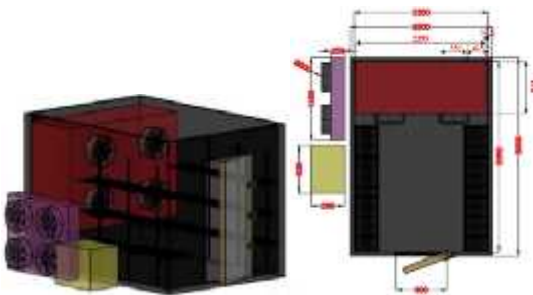
Tabel 7 merupakan spesifikasi jenis katup ekspansi tipe O series valves merk SPORLAN.

Tabel 7 Spesifikasi katup ekspansi [16]

Keterangan	Spesifikasi
No. Stock	SP0620
No. Produk	OJE-16-JC
Kapasitas pendingin	56,3 kW
Pengaplikasian	Med Temp (+10 to -25°C)

Desain Cold Storage

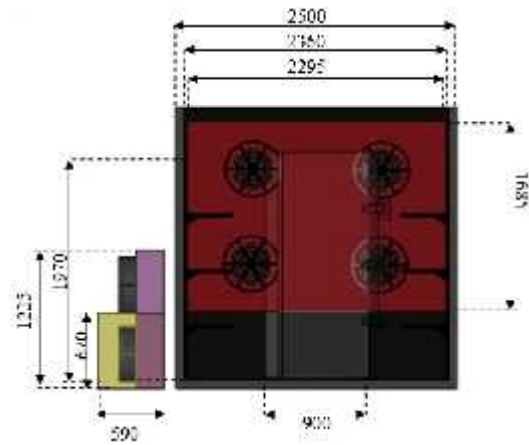
Perencanaan penempatan komponen *cold storage* dilakukan untuk mengetahui posisi yang tepat sesuai dimensi komponen yang diperoleh. Gambar 11 merupakan desain penempatan komponen *cold storage* sesuai spesifikasi komponen yang telah dipilih.



Gambar 11. Isometric cold storage;



Gambar 12. Cold Storage Tampak atas



Gambar 13. Cold Storage Tampak depan

d. Isometric dari evaporator, kondensor dan evaporator



Gambar 14. Desain Penempatan Komponen Cold Storage Tampak Atas, Depan, Samping dan Isometric (mm)

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan desain *cold storage* beserta komponen-komponennya. Berdasarkan hasil perhitungan siklus refrigerasi kompresi uap yang ada pada komponen *cold storage* di Kampus C UISI, diketahui laju aliran massa refrigeran sebesar 0,3866 kg/s , daya kompresor sebesar 17,7413 Hp, dan COP sebesar 3,13. Perencanaan *cold storage* yang digunakan untuk mendinginkan sayuran dengan kapasitas 259,68 kg sayur memerlukan satu unit kompresor, satu evaporator dan kondensor dengan 2 fan jadi satu, beserta katup ekspansi. Sistem pendingin yang digunakan, antara lain: kompresor semi hermetik model D8SH-500X merk EMERSON Copeland, kondensor model XMK-200-4 merk ZHIGAO, evaporator model LDD61.6/350 merk CRYO, dan katup ekspansi otomatis

termostatik merk SPORLAN tipe O series valve, dengan nomor produk OJE-16-JC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Jurnal ini merupakan hasil penelitian yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2018 dengan Nomor: 17/KP.DIKTI-01/01-01/02.18 pada tanggal 26 Februari 2018 Skema Penelitian Dosen Pemula yang berjudul “Analisis Kebutuhan Beban Pendinginan dan Simulasi Distribusi Temperatur dalam Perencanaan *Cold Storage Container* untuk Penyimpanan Sayur dan Buah”. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Internasional Semen Indonesia (LPPM UIISI) atas kerjasama dan bantuannya.

Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.

- [6] Guangzhou Zhigao Refrigeration Equipment, 2014, [Online]. Available : http://www.zhigaocooler.com/Fin-Type-Air-Cooled-Condenser-FNF-60-210-For-Refrigeration_p51.html. [Accessed 30 Juli 2018].
- [7] Nofrizal, 2008, Perancangan Thermal dan Elektrikal Solar Cold Storage untuk Kapal Nelayan Tradisional, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- [8] Cryo Systems, 2015, [Online]. Available : <https://www.cryo-systems.com/product/vertical-type-blast-freezing-air-cooler/>. [Accessed 11 Agustus 2018].
- [9] Realcold, 2014, “realcold”. [Online]. Available : www.realcold.co.nz/.../realcold_cat_2014-05-09_valves.pdf. [Accessed 20 Juli 2018].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stoecker, W.F., dan Jones, J.W., 1982, “Refrigrasi dan pengkondisian udara”, Erlangga, Jakarta.
- [2] ASHRAE Handbook Refrigeration, 2009, Chapter 30 *Thermophysical Properties of Refrigerant*.
- [3] Irawan, Ferry, Azharudin, Sutrisno, 2015, Analisis Perbandingan Kinerja Menggunakan Refrigeran R134a dan Refrigeran R404 Pada Mesin Bar Ice Cream Manual Maker, Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu.
- [4] Elektronika S.A., 2016, [Online]. Available : <https://www.elektronika-sa.com.pl/tcmodel.php?line=SCPSC-S-2006&model=D8SH-500%20X>. [Accessed 24 Juli 2018].
- [5] Samosir, Osmond, Donny, 2011, Kajian Eksperimental Kondensor untuk Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Tenaga Surya, Departemen Teknik Mesin, Fakultas