

PERENCANAAN UNIT MESIN PENDINGIN UNTUK KEBUTUHAN PENGKONDISIAN UDARA PADA GEDUNG ASRAMA PUTRA POLITEKNIK SEKAYU

Hendradinata¹

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

E-mail: hendradinata_mr@yahoo.com

ABSTRAK

Perencanaan Unit Mesin Pendingin Untuk Kebutuhan Pengkondisian Udara pada Gedung Asrama Putra Politeknik Sekayu bertujuan untuk memilih Mesin Pendingin dan Kapasitas Komponen Mesin Pendingin, Metode Pengambilan Data dilakukan dengan mengukur beban Secara Langsung, Pemilihan unit Pengkondisian udara disesuaikan dengan ukuran ruangan, semakin besar ruangan yang harus didinginkan maka semakin besar pula kapasitas sistem pengkondisian udara yang digunakan. Hasil penelitian yaitu, Siklus Refrigerasi yang digunakan Pada gedung Asrama Putra politeknik sekayu yaitu jenis sistem refrigerasi Kompresi Uap dan yang digunakan adalah *unit chiller* dengan sistem *all-water system*., Dari perhitungan beban pendingin maka didapat kapasitas pendinginan di gedung Asrama Putra politeknik sekayu sebesar 54,01 kW atau 15 TR . Temperatur ruangan yang di kondisikan 24°C berdasarkan rekomendasi ASHRAE *Handbook of Fundamentals* antara 75,2°F atau sekitar 23°C pada kelembaban 50% sampai 78,6°F atau sekitar 26°C pada kelembaban 70%. Sedangkan temperatur udara luar 35°C berdasarkan temperatur puncak di indonesia. Dengan jenis refrigeran yang digunakan refrigeran campuran (*mixtures*) Zeotropic yaitu R-10A dengan komposisi R 32 (50%) dan R 125 (50%) Temperatur pada set point evaporator chiller 7°C(sehingga di rencanakan temperatur refrigerant secondary yang memasuki FCU atau AHU 15°C karena dipengaruhi oleh panjang pipa. Menurut ASHRAE chapter 13 *refrigeration load* jarak antara temperatur coil dan ruangan adalah 7°C sehingga temperatur di ruangan minimal 22°C) Pada analisa siklus refrigerasi kompresi uap plotting P-h diagram menggunakan software coolpack dan untuk pemilihan unit chiller berdasarkan *airwell wesper catalog chiller 2014*

Kata Kunci: *Tata Udara, Perencanaan*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Mesin Pendingin menjadi kebutuhan utama untuk tempat-tempat umum seperti gedung perkantoran, hotel, rumah sakit mal, *supermarket*, restoran, yang ditempati banyak orang dimana kenyamanan udara menjadi sangat penting.

Sistem tata udara pada bangunan bertugas mengolah udara dan menghasilkan kualitas udara yang baik (nyaman dan sehat) bagi penghuninya. Beberapa jenis sistem tata udara juga dapat digunakan untuk berbagai keputusan khusus dengan kondisi perancangan tertentu, selain untuk tempat hunian manusia. Untuk mencapai tujuan diatas perlu diketahui beban pendingin dan karakteristik ruangan serta sistem tata udara yang diperlukan.

Gedung Asrama Putra Politeknik Sekayu merupakan gedung yang membutuhkan sistem pengkondisian udara sebagai salah satu sarana yang mempunyai peran yang cukup besar untuk memberikan kenyamanan kepada penghuni asrama agar mereka dapat menjalankan aktifitas dengan nyaman. Pada saat ini sistem pengkondisian udara yang digunakan pada Politeknik Sekayu sekarang

ini menggunakan unit *ACsplit* yang sangat rentan mengalami kerusakan pada sistemnya serta kondisi serta konsumsi daya yang diperlukannya susah karena harus memperbaiki satu-persatu. Untuk itu dibutuhkan sistem pengkondisian udara yang lebih baik, diantaranya pengkondisian udara secara sentral. (Hendradinata.2015)

1.2. Tujuan Penelitian

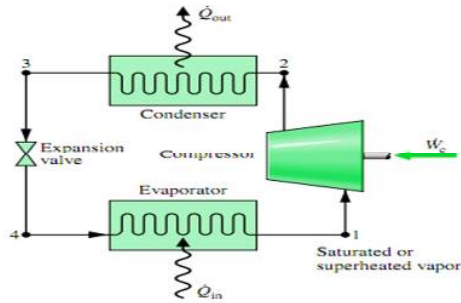
Tujuan Penelitian ini adalah Untuk merancang Mesin Pengkondisian Udara Pada Gedung Asrama Putra Politeknik Sekayu yang sesuai dengan Beban Pendinginan real, serta sesuai dengan Karakteristik gedung Asrama.

2. Tinjauan Pustaka

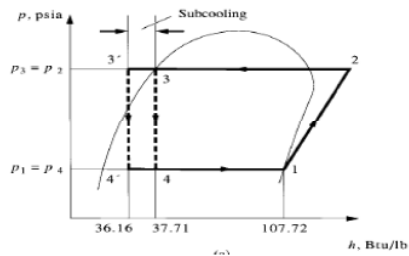
2.2. Refrigerasi Siklus Kompresi Uap

Sistem pendingin kompresi uap adalah sistem refrigerasi yang paling umum digunakan saat ini. Pada Gambar 1: Fluida kerja dikompresikan di dalam kompresor dari tingkat keadaan 1 ke tingkat keadaan 2, pada tekanan tinggi ini fluida kerja ini diembunkan di dalam kondensor ke tingkat keadaan 3 dan kemudian diekspansikan dengan katup ekspansi ke tingkat keadaan 4 dan

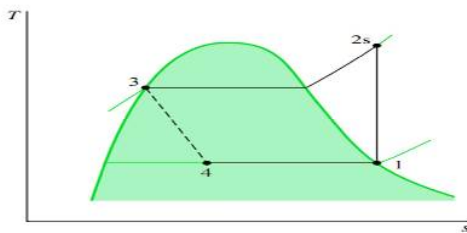
berevaporasi di dalam evaporator kembali ke tingkat keadaan 1.



Gambar 1. Siklus Kompresi Uap



Gambar 2. P-h Diagram siklus kompresi uap



Gambar 3. T-s Diagram Kompresi uap (Sumber : Moran, M.J., 2005)

Hubungan ketiga besaran ini dinyatakan dalam koefisien prestasi atau *Coefficient of Performance system* (Dossat, 1997), yaitu :

$$COP = \frac{\text{Energi yang diserap pada Evaporator (Watt)}}{\text{Kerja Kompresor (Watt)}}$$

$$COP = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{Q_e}{Q_c - Q_e} \quad (2)$$

Secara termodinamika besar-besaran tersebut dapat ditentukan :

$$RE = (h_1 - h_4) \text{ kJ/kg} \quad (3)$$

Beban kalor evaporator:

$$Q_e = \dot{m}r (h_1 - h_4) \quad (4)$$

atau,

$$Q_e = \dot{m}ud (h_6 - h_5) \text{ udara} \quad (5)$$

Kerja kompresi:

$$W_c = \dot{m}r (h_2 - h_1) \text{ kW} \quad (6)$$

$$Q_c = \dot{m}r (h_2 - h_3) \text{ kW} \quad (7)$$

Laju aliran massa refrigeran:

$$\dot{m}r = Q_e / (h_1 - h_4) = Q_e / RE \text{ kg/s} \quad (8)$$

Koefisien prestasi sistem pendingin:

$$COP = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) \quad (9)$$

2.3. Beban Pendingin

Perhitungan beban pendingin meliputi beban kalor dan Coefficient of heat transfer, 'U' FACTOR $W/m^2 K$, dapat ditunjukkan didalam tabel 1:

Tabel 1 Beban Kalor Kondensor

Material and thickness	Heat flow direction	'U' Factor $U = W/m^2K$ (Incl. $F_1 + f_0$)	Resistance $R = m^2 K/W$ Or $\frac{1}{U}$
Concrete slab floor 100mm with a room below	UP	3.5	0.286
	DOWN	2.6	0.385
Glass single 6 mm		6.10	0.164
Double glass with 12 mm space		3.2	0.302
Gypsum ceiling 10 mm no insulation with tiled roof	Winter UP	3.4	0.297
	Summer DOWN	1.3	0.760
Gypsum ceiling 10 mm 50 mm insulation with tiled roof	Winter UP	0.44	2.27
	Summer DOWN	0.36	2.7
Brick single 90 mm clay		4.20	0.238
Brick double with air space		1.90	0.513
Brick veneer single brick and air space and plaster		2.2	0.457
Plaster and brick and plaster (internal wall)		2.55	0.392
Asbestos and 10 mm gypsum and air space		2.63	0.398
Doors 40 mm to outside		2.70	0.36
Surface of ground conductance		12.50	0.08
*Air to surface conductance F_1 (Wall)		8.30	0.12
*Air to surface conductance F_0		24.00	0.04

2.3.1. Beban penghuni ruangan

Beban dari orang yang ada di dalam ruangan tergantung dari kondisi kerja dan jenis bangunan. Adapun beban panas SH dan LH dari manusia ditunjukkan pada tabel 2.

Sehingga untuk menghitung beban sensible dan laten (watt) digunakan persamaan :

- a. Beban Sensible = SH x Jumlah orang
- b. Beban Laten = LH x Jumlah orang

Tabel 2 Beban Panas SH dan LH dari Manusia

Activity	Typical application	Average Adjusted Metaboli Rate*	Dry bulb room temperature					
			27°C		24°C		21°C	
			SH	LH	SH	LH	SH	LH
Seate at rest	Theater, school	102	57	45	67	55	76	29
Office work, walking slowly, standing	Office,hotel,retail store ,bank	140	63	77	75	65	85	55
Sedentary work	Restaurant	160	65	95	87	78	93	67
Light bench work	Factory	220	65	155	86	133	107	113
Moderate dancing	Dance hall	250	73	177	95	155	118	132
Walking 5 km/hr	Factory- fairly heavy work	295	90	205	112	183	135	160
Heavy work	Squash court, bowling alley	425	135	290	155	270	175	260

*SH = Sensible Heat
LH = Latent Heat

(Sumber : *Australian Refrigeration and Air Conditioning Voleme 2*)

2.3.2. Beban Udara Luar (Outside Air)

Infiltrasi merupakan udara luar yang masuk secara terkontrol maupun tidak melalui kebocoran atau bukaan pada dinding jendela, dan pintu, dapat ditunjukkan pada tabel 3.

Sehingga untuk menghitung beban infiltrasi digunakan persamaan :

- a. Pintu = Jumlah orang x L/s
- b. Jendela = Luas jendela x L/s

Ventilasi merupakan udara luar yang dikirimkan ke dalam ruagan secara sengaja untuk menjaga kualitas, kesegaran dan mengurangi bau pada udara ruangan.

Tabel 3. Infiltrasi pada Pintu dan Jendela

Item	Description	Letres/Second Infiltration
Doors (standard)	Swing, Medium use + Swing, heavy use + Revolving Open doorway	No. People X 1.0 No. People X 4.0 No. People X 1.0 282
Windows (measures one wall only)	Tight fitting Average fitting Poor fitting	Windows area m ² + X 0.5 Windows area m ² X 1.5 Windows area m ² X 3.5
Exhaust canopy	Use manufacturers' ratings in litres/second	

(Sumber : Tabel Australian Refrigeration and Air Conditioning Volume 2)

Sehingga untuk menghitung beban ventilasi digunakan persamaan :
 Ventilasi (Outside Air) = Jumlah orang x L/s

- a. Beban kalor sensible untuk infiltrasi
 = total infiltrasi – OutsideAir(Ventilasi)xCLF
- b. Beban kalor sensible untuk ventilasi
 = Ventilasi L/s xCLF

Tabel 4. Kalor Sensible CLF (*cooling load factor*)

TD	8K	10K	12K	14K	16K
Factor	9.6	12.0	14.0	16.8	19.2

(Sumber : Australian Refrigeration and Air Conditioning Volume 2)

Tabel 5. Temperatur Udara Lingkungan

Wet bulb temp.	Dry bulb temperature °C							
	28	30	32	34	36	38	40	42
18°C	26.1	23.7	21.0	18.6	16.2	13.5	11.1	8.4
20°C	33.9	31.2	28.8	26.1	23.7	21.0	18.6	15.9
22°C	42.3	39.9	37.2	34.5	32.1	29.4	27.0	24.3
24°C	51.6	49.8	46.2	43.8	41.1	38.4	36.0	33.3
26°C	51.5	59.1	56.4	54.0	51.3	48.6	45.9	43.5
28°C	72.6	69.9	67.2	64.8	61.1	59.4	56.7	54.0
30°C	-	81.9	79.2	76.5	73.8	71.1	68.4	66.0

Tabel 6. Temperatur Ruangan yang dikondisikan

Wet bulb temp.	Dry bulb temperature °C							
	28	30	32	34	36	38	40	42
18°C	26.1	23.7	21.0	18.6	16.2	13.5	11.1	8.4
20°C	33.9	31.2	28.8	26.1	23.7	21.0	18.6	15.9
22°C	42.3	39.9	37.2	34.5	32.1	29.4	27.0	24.3
24°C	51.6	49.8	46.2	43.8	41.1	38.4	36.0	33.3
26°C	51.5	59.1	56.4	54.0	51.3	48.6	45.9	43.5
28°C	72.6	69.9	67.2	64.8	61.1	59.4	56.7	54.0
30°C	-	81.9	79.2	76.5	73.8	71.1	68.4	66.0

(Sumber : Tabel Australian Refrigeration and Air Conditioning Volume 2)

Untuk mendapatkan nilai yang tepat dari tabel 5 dan 6 dengan interpolasi data Sehingga untuk menghitung kalor laten pada beban infiltrasi dan ventilasi digunakan persamaan :

- c. Beban kalor laten untuk infiltrasi
 = total infiltrasi – OutsideAir (ventilasi) x CLF

- d. Beban kalor laten untuk ventilasi
 = Ventilasi L/s x CLF

2.3.3 Beban Sinar Matahari

Apabila sebuah jendela atau jendela-jendela dibayangi oleh gedung sebelah atau tepi atapnya

sendiri, maka tidak semua panas matahari masuk ke dalam ruangan; jadi, jumlah radiasi matahari yang masuk ke dalam menjadi kecil. Sebaliknya, apabila jendela ruangan berhadapan dengan benda lain yang memantulkan cahaya (misalnya kaca jendela dari gedung sebelah atau lantai serambi rumah, dsb), maka dipandang perlu menambahkan sebanyak 10 sampai 30 % dari radiasi matahari langsung dalam perhitungan beban kalor, pada siang hari yang panas.

Tabel 7. Equivalent Perbedaan Temperatur (radiasi)

Direction facing	Selected time	
	10 AM	4 PM
South	9	9
South-east	26	9
East	59	8
North-east	86	8
North	578	18
North-west	8	68
West	8	97
Sounth-west	8	80
Horizontal	77	82

- **Shade Faktor**
- untuk menghitung beban radiasi matahari Tabel 7 mengacu pada jendela yang tanpa shading. kalikan dengan 0.65 untuk jendela dengan Shade didalam. Dan kalikan 0.25 untuk jendela dengan shade diluar. Sehingga melalui jendela digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_h = AxUxTD_{solar}xSF \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :
 Q_h = Beban radiasi matahari melalui jendela (W)
 A = Luas jendela (m²)
 TD = Perbedaan temperatur (K)
 Sf = Ketetapan nilai shade factor

(Sumber : *Australian Refrigeration and Air Conditioning Volume 2*)

2.3.4. Beban Konduksi melalui Dinding, Jendela, Atap, dan Lantai

Beban kalor konduksi melalui dinding ,jendela, atap dan lantai merupakan kalor yang merambat dari luar bagunan kedalam ruangan. Dalam perhitungan beban konduksi melalui dinding ,jendela, atap dan lantai. Untuk desain temperatur berdasarkan tabel dibawah ini :

Tabel 8. Desain Perbedaan Temperatur dengan Kontruksi Bahan

Description	Design equivalent TD
Ceiling under pitched roof	28 K approx
Ceiling under flat roof + reflective foil	40 K approx
Ceiling under flat roof, no foil or Insulation	100 K approx

Ceiling under unconditioned room	8 K approx
Floor over unconditioned room	8 K
Floor over open crewl space	8 K
Floor over basement, enclosed crewl space or concrete slab on ground	0 K

(Sumber : *Tabel Australian Refrigeration and Air Conditioning Volume 2*)

Sehingga untuk menghitung beban konduksi melalui dinding ,jendela, atap dan lantai digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_h = AxUxTD \quad (17)$$

Dimana :
 Q_h = beban konduksi melalui dinding ,jendela, atap dan lantai (W)
 A = Luas jendela (m²)
 TD = Perbedaan temperatur (K)

(Sumber : *Australian Refrigeration and Air Conditioning Volume 2*)

2.3.5. Beban Peralatan dan Pencahayaan

Beban Peralatan Dan Pencahayaan merupakan jumlah panas yang dikeluarkan dengan cara radiasi dan konveksi besarnya tergantung pada peralatan dan pencahayaan. **Metode Penelitian**
 Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perhitungan beban langsung sesuai dengan fungsinya. Pengukuran dimensi gedung sesuai dengan asli. kemudian dilakukan pengambilan data beban dan analisis data.

3. Diskripsi Perencanaan

Dalam perencanaan sistem refrigerasi dan pengkondisian udara pada bangunan Kantor Rektorat Politeknik Sekayu ini didasarkan pada gambar denah bangunan. Dibawah ini gambar bentuk fisik dari gedung rektorat politeknik yang di buat ulang dengan menggunakan software Google SketchUp. Serta Pemilihan Komponen Mesin refrigerasi menggunakan *Program software emerson selector*.





Gambar 4. Sketsa Gedung Asrama Putra Politeknik Sekayu
 Sumber : DPU Cipta Karya Musi Banyuasin.

3.1. Prosedur Pengambilan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a) Metode Literatur.
 Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.
- b) Metode Observasi
 Dengan survei langsung ke lapangan, agar dapat diketahui kondisi riil di lapangan sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

3.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil observasi pada instansi.

- 1) Data konstruksi gedung
 Bahan material bangunan yang digunakan gedung.
 - a) Jumlah lapisan-lapisan pada dinding.
 - b) Jenis kaca dan pintu pada bangunan.
- 4. Data peralatan pada gedung.
 - a) Peralatan Elektronik
 - b) Pencahayaan.
- 5. Data penghuni gedung.
 - a) Data penghuni masing-masing ruangan.
 - b) Jadwal masuk dan Keluar Mahasiswa Asrama
 - c) Fungsi ruangan pada gedung
- 4) Data arah mata angin.
 - a) Pengambilan data arah mata angin menggunakan kompas.
- 5) Dokumentasi

3.1.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait, meliputi :

- 1) Data *As will drawing* gedung
- 2) Mengetahui data fisik gedung.
- 3) Mengetahui ukuran gedung seperti: Pintu, jendela, dinding dll.
- 4) Mengetahui nama dan fungsi ruangan.

3.2. Menghitung Beban Pendingin

Adapun dalam perhitungan beban pendingin jenis beban kalor dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut (Arora C.P 1986):

- a) Kalor Sensibel
 Kalor sensible adalah suatu kalor yang berhubungan dengan perubahan temperatur dari udara. Penambahan kalor sensibel (sensible heat gain) adalah kalor sensibel yang secara langsung masuk dan ditambahkan ke dalam ruangan yang dikondisikan melalui konduksi, konveksi atau radiasi.
 - 1) Penghuni
 - 2) Udara luar
 - a. Infiltrasi
 - b. Ventilasi
 - 3) Radiasi sinar matahari melalui jendela
 - 4) Beban konduksi
 - a. Jendela
 - b. Dinding
 - c. Langit-langit
 - d. Lantai
 - 5) Peralatan dan penerangan

- b) Kalor Laten
 Kalor latent adalah suatu kalor yang berhubungan dengan perubahan fasa dari air. Penambahan kalor laten (latent heat gain) terjadi apabila ada penambahan uap air pada ruangan yang dikondisikan, misalnya karena penghuni ruangan atau peralatan yang menghasilkan uap.
 - 1) Penghuni
 - 2) Infiltrasi dan ventilasi
 - 3) Peralatan

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengumpulan data dan Analisa didapatkan:

Perhitungan beban pendingin di klasifikasikan berdasarkan beban kalor yang terdapat pada ruangan, sehingga didapat kapasitas pendinginan yang dibutuhkan untuk sistem pendinginan dan pengkondisian udara, yaitu sebagai berikut :

Tabel 11. Beban Pendingin

No	Beban Pendingin	Daya	Satuan
1	Konduksi		
	a. Atap	50.077,648	Btu/hr
	b. Dinding	98.890,20	Btu/hr
	c. Kaca	7.033,44	Btu/hr
2	Radiasi matahari melalui kaca	62.366,48	Btu/hr

3	Lampu	7.441	Btu/hr
4	Penghuni	26.730	Btu/hr
5	Peralatan	121.608	Btu/hr
6	Infiltrasi dan ventilasi	322,1782	Btu/hr
Beban total		184.296,6282	Btu/hr

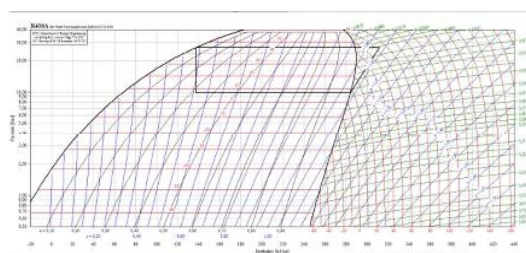
Sehingga jumlah beban kalor yang harus didinginkan pada gedung Asrama Putra politeknik sekayu sebesar 184.296,6282 Btu/h sama dengan 54.012,0101 Watt sehingga dibutuhkan sistem pengkondisian udara berkapasitas 15 TR(Ton Refrigerasi).

4.1. Analisa Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Pada perencanaan sistem refrigerasi dan pengkondisian udara dari hasil perhitungan beban pendingin di atas kita dapat menganalisa siklus kerja dari komponen refrigerasi dengan menggunakan P-h diagram. Pembuatan P-h diagram menggunakan software coolpack. Adapun sistem refrigrasi dan pengkondisian udara yang di rencanakan sebagai berikut :

- 1) Temperatur pada set point evaporator chiller 7°C(sehingga di rencanakan temperatur refrigerant secondary yang memasuki FCU atau AHU 15°C karena dipengaruhi oleh panjang pipa. Menurut ASHRAE chapter 13 refrigeration load jarak antara temperatur coil dan ruangan adalah 7°C sehingga temperatur di ruangan minimal 22°C).
- 2) Temperatur Condensor direncanakan 40°C. Refrigeran yang digunakan R-410A Dengan superheated dari evaporator , yaitu diambil dari temperatur keluaran evaporator / suction kompresor di kurang temperatur kondensasi (menurut standar) dan subcooled 2°C

4.1.2. Analisa Manual Dari Siklus Refrigerasi Kompresi Uap



Gambar 5. Garis P-h Diagram

Tabel 13. Entalpy dari P-h Diagram

No	Diskripsi	Entalpy (KJ/kg)
1	Suction Compressor (h ₁)	290.7
2	Discharge Compressor (h ₂)	328.3
3	Inlet Condensor (h ₃)	131.3
4	Outlet Condensor (h ₄)	131.3

4.1.3. Analisa Performance Siklus Kompresi Uap

Dalam sistem kompresi uap, input daya bersih adalah sama dengan daya kompresor, karena katup ekspansi tidak melibatkan daya input atau output. koefisien kinerja sistem pendingin kompresi uap atau COP (coefficient of performance) adalah sebagai berikut :

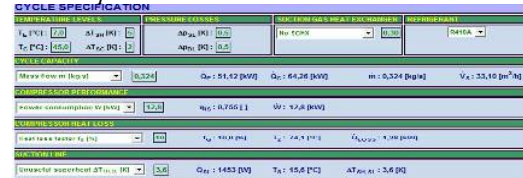
$$COP = \frac{Q_{in}}{W_k}$$

$$COP = \frac{54,01kW}{12,18 kW} = 4,43$$

Sehingga coefficient of performance(COP) dari siklus kompresi uap yang direncanakan adalah 4,43.

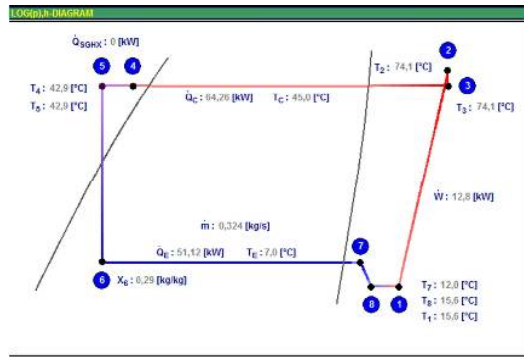
4.2. Analisa berdasarkan Software Coolpack

1. Statepoints



Gambar 6. State Point pada Coolpack

2. P-h Diagrams



Gambar 7. P-h Diagram

3. Cycle specification

STATE POINT	TEMPERATURE [°C]	PRESSURE [kPa]	ENTHALPY [kJ/kg]	DENSITY [kg/m ³]
1	15,6	973,8	293,6	35,2
2	74,1	2749,2	329,1	90,2
3	74,1	2716,9	329,7	88,7
4	42,9	2716,9	131,3	960,5
5	42,9	2716,9	131,3	960,5
6	6,9	988,6	131,3	---
7	12,0	988,6	289,1	36,8
8	15,6	973,8	293,6	35,2

Gambar 8. Spesifikasi Siklus

4.2. Pertimbangan dan Perencanaan awal

Dalam merencanakan sistem pendingin, juga harus memperhatikan masalah biaya dan dari segi arsitektur bangunan, agar seni bangunan tidak menjadi rusak. Oleh karena itu, perencanaan sistem refrigerasi dan pengkondisian udara pada bangunan Gedung Asrama Putra Politeknik Sekayu ini didasarkan pada gambar denah bangunan yang didapatkan.

Sistem refrigerasi yang akan dipilih adalah sistem kompresi uap dengan kompresor Scroll (scroll compressor) dan kondensor tipe shell and tube. Dalam perencanaan sistem pengkondisian udara, all water system adalah suatu sistem ac dimana proses pendinginan udara didalam suatu ruang tertutup diproses oleh Fcu (fan coil unit) yang ditempatkan pada ruang yang didinginkan. Air dingin yang dihasilkan oleh chiller didistribusikan ke FCU dengan menggunakan pipa yang diisolasi, selanjutnya udara didalam ruangan dihembuskan melewati FCU sehingga menjadi dingin dan selanjutnya udara dingin didistribusikan keruangan.

4.2.1. Desai Efisiensi Chiller

Tiga metode untuk meningkatkan efisiensi beban kerja chiller adalah:

- 1) Menentukan chiller yang dapat beroperasi yaitu berdasarkan fungsi gedung sebagai office yaitu digunakan lima hari dalam satu minggu dengan penggunaan 8 s/d 10 jam per hari sehingga dapat di atur penggunaan chiller.

- 2) Menentukan variable speed drive (VSD) untuk kompresor bermotor, yaitu dengan menggunakan sistem inverter yang bisa mengatur kerja dari kompresor berdasarkan beban.
- 3) Pilihlah jumlah dan ukuran pendingin berdasarkan kondisi operasi diantisipasi yaitu kapasitas chiller harus sesuai dengan kebutuhan pengkondisian udara.

Table 2-3 – CoolTools Prototype Cooling Load Profiles

Building type	Operating Schedule	HVAC System
Office	5 days/week	Economizer No Economizer
	7 days/week	Economizer No Economizer
Hospital	24 hour	Economizer No Economizer
		Economizer No Economizer
Process	1 shift	Economizer No Economizer
		Economizer No Economizer
		Economizer No Economizer
Laboratory	7 days/week	n. a.
Classrooms	Year around	Economizer No Economizer

Gambar 9. Rekomendasi Fungsi Gedung

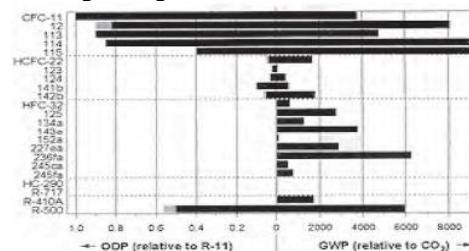
4.3. Pemilihan Refrigeran

Pemilihan jenis refrigeran yang akan digunakan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa sifat berikut:

- a) Sifat termodinamika
- b) Tingkat mampu nyata
- c) Tingkat racun
- d) Kelarutan dalam air
- e) Kelarutan dalam minyak pelumas
- f) Reaksi terhadap material komponen mesin
- g) Sifat-sifat fisik

Dalam perencanaan ini di pilih jenis refrigeran campuran mixtures yaitu refrigerant R-410A untuk sisem. Di karenakan antara lain sebagai berikut :

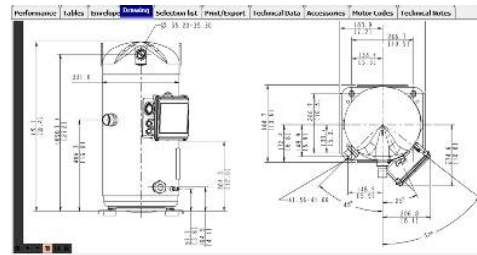
- 1) Refrigeran R-410A sangat efisien campuran dari azeotropik antara R 32 (50%) dan R 125 (50%) (kedua gas menguap pada suhu hampir sama) dari dua gas cocok untuk menggantikan refrigeran Halocarbon dalam paket kompresor scroll.
- 2) Melindungi lingkungan, R-410A refrigeran memiliki global warming potensial jauh lebih rendah (CO 2 produksi di powerstation) dari R 22. Hal ini, bahwa R-410A memiliki 0 Ozone Depleting Substances (ODS) karena tidak mengandung klorin.



Gambar 10. Perbandingan GWP dan OPD Refrigerant (Sumber :ODP vs. GWP for Common Refrigerants

from <http://www.trane.com>)

- 3) Sifat-sifat kimia dari R-410A. minyak sintesis yang digunakan oleh sistem R-410A berbau lebih baik dengan sistem pendingin baru Hal ini dapat meningkatkan Lubrification (pelumasan) dari kompresor dan bagian mekanik lain dari sistem.
- 4) R-410A menyerap dan melepaskan panas lebih efisien.
- 5) R-410A sangat cocok dikombinasikan dengan teknologi inverter , sehingga kompresor bekerja lebih ringan dan dapat mengurangi konsumsi daya serta mengurangi kerja kejutan dari kompresor karena tidak ada siklus on/off.
- 6) R-410A memiliki viskositas jauh lebih rendah dan kepadatan dari Refrigeran CFC, sehingga mengurangi kerugian kental (yaitu penurunan tekanan), Yang perlu di perhatikan dalam memilih refrigeran 410 A adalah bekerja dengan tekanan tinggi sehingga membutuhkan konstruksi pemipaan harus benar-benar berkualitas.



Gambar 12. Kontruksi Kompresor Scroll

4.4. Pemilihan Komponen Utama dari Sistem Refrigerasi Chiller

4.4.1. Pemilihan Kompresor

Pada perencanaan unit sistem pendingin dan pengkondisian udara pada gedung Asrama Putra politeknik sekayu, kompresor chiller yang digunakan adalah jenis kompresor scroll di karenakan antara lain sebagai berikut :

- 1) Kompresor scroll paling cocok digunakan untuk refrigeran 410A
- 2) Tidak adanya piston untuk kompresi gas memungkinkan kompresor scroll untuk mencapai 100% efisiensi volumetrik, yang mengarah ke pengurangan biaya energi.
- 3) Karena kompresor scroll bekerja jauh lebih tenang dalam operasi dibandingkan dengan jenis lain dari kompresor, seperti misalnya tipe reciprocating (torak).

Pemilihan kompresor dengan menggunakan software emerson selector yaitu sebagai berikut :



Gambar 11. Pemilihan Kompresor Scroll

Dengan bentuk kontruksi kompresor :

4.4.2. Pemilihan Kondensor Chiller

Pada sistem refrigerasi yang di rencanakan pada unit condensing menggunakan jenis water cooled condenser dikarenakan proses pendinginan kondensor dengan air jauh lebih efisien dari pada menggunakan udara karena dilihat dari media perpindahan panas, kalau dengan udara temperatur DB (Dry bulb) lebih besar dibandingkan dengan air yang temperatur WB (Wet bulb) rendah sehingga lebih efisien untuk mendinginkan kondensor.

Kapasitas kondensor adalah 63,82 kW sehingga dari katalog di bawah ini di ambil kapasitas kondensor 153 kW.

Model McDEW	153	175	200	
Seawater	Passes	2	2	2
R407C refrigerant	Qn (kW)	153	175	198
Tc, mean = 43°C	Wn (m³/h)	20.99	22.78	25.18
Ti = 29.4°C	Wm (m³/h)	23.3	25.3	28
FF = 0.000043 m² K/W	Dpn (bar)	0.22	0.22	0.22
Seawater	Passes	4	4	4
R407C refrigerant	Qn (kW)	182	203	225
Tc, mean = 38°C	Wn (m³/h)	9.3	10.2	11.3
Ti = 15°C	Wm (m³/h)	11.6	12.6	14
FF = 0.000043 m² K/W	Dpn (bar)	0.34	0.34	0.4

Gambar 13. Kapasitas Kondensor

4.4.3. Pemilihan Ekspansi

Jenis alat akspansi yang akan digunakan pada unit chiller adalah tipe Thermostatic Expantion Valve TXV Berdasarkan data hasil perhitungan total beban pendingin sebesar 54,01 kW, dengan menggunakan Produk Katalog, maka didapat jenis katup ekspansi type OZE 20 yang sesuai dengan ukuran sebesar 70 kW.

Page 14 CATALOG 2011

THERMOSTATIC EXPANSION VALVES 22, 134u, 404A, 407C, 409A, 410A, 507

Type O
 Thermostatic Cap Tube Length 90 inches
 Standard Cap Tube Length 90 inches
 Standard Cap Tube Length 90 inches
 Standard Cap Tube Length 90 inches

This valve type has one body, one body, a small body, which provides...
 This valve can also be ordered as a...
 This valve can also be ordered as a...
 This valve can also be ordered as a...

Specifications - Chart on the 22, 134u, 404A, 407C, 409A, 410A, 507

Refrigerant	Capacity (kW)	Capacity (TR)	Capacity (kW)	Capacity (TR)	Capacity (kW)	Capacity (TR)
22	1.5	0.43	1.5	0.43	1.5	0.43
134u	1.5	0.43	1.5	0.43	1.5	0.43
404A	1.5	0.43	1.5	0.43	1.5	0.43
407C	1.5	0.43	1.5	0.43	1.5	0.43
409A	1.5	0.43	1.5	0.43	1.5	0.43
410A	1.5	0.43	1.5	0.43	1.5	0.43

Gambar 14. Spesifikasi Thermostatic Expansion Valves

4.4.4 Pemilihan Evaporator

Jenis evaporator yang akan digunakan pada chiller adalah jenis evaporator shell and tube dengan kapasitas 54,01 kW.



Gambar 15. Evaporator Shell and Tube

4.5. Pemilihan Unit Shiller berdasarkan Catalog

Pemilihan unit chiller berdasarkan airwell wesper catalog chiller 2014, Dengan menggunakan R-410A dengan kapasitas pendinginan 54,01 kw jenis kompresor rotary scroll.



Gambar 16. Catalog Chiller

5. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan beban pendingin yang diperoleh, maka dalam perencanaan ini dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- 1) Pemilihan unit Pengkondisian udara disesuaikan dengan ukuran ruangan, semakin besar ruangan yang harus didinginkan maka semakin besar pula kapasitas sistem pengkondisian udara yang digunakan. Perencanaan Pada gedung Asrama Putra politeknik sekayu menggunakan jenis sistem refrigerasi Kompresi Uap dan yang digunakan adalah unit chiller dengan sistem all-water system.
- 2) Dari perhitungan beban pendingin maka didapat kapasitas pendinginan di gedung Asrama Putra politeknik sekayu sebesar 54,01 kW atau 15 TR .
- 3) Temperatur ruangan yang di kondisikan 24°C berdasarkan rekomendasi ASHRAE Handbook of Fundamentals antara 75,2°F atau sekitar 23°C pada kelembaban 50% sampai 78,6°F atau sekitar 26°C pada kelembaban 70%. Sedangkan

- temperatur udara luar 35? berdasarkan temperatur puncak di indonesia.
- 4) Dengan jenis refrigeran yang digunakan refrigeran campuran (mixtures) Zeotropic yaitu R-10A dengan komposisi R 32 (50%) dan R 125 (50%)
- 5) Temperatur pada set point evaporator chiller ??(sehingga di rencanakan temperatur refrigerant secondary yang memasuki FCU atau AHU 15? karena dipengaruhi oleh panjang pipa. Menurut ASHRAE chapter 13 refrigeration load jarak antara temperatur coil dan ruangan adalah ?? sehingga temperatur di ruangan minimal 22?)
- 6) Pada analisa siklus refrigerasi kompresi uap plotting P-h diagram menggunakan software coolpack dan untuk pemilihan unit chiller berdasarkan airwell wesper catalog chiller 2014.

DAFTAR PUSTAKA

Air Conditioning Company, Carrier Corp. 1965. Handbook Of Air Conditioning System Design. McGraw-Hill. New York.

Arora, C.P. 1986. *Refrigeration and Air Conditioning.* Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

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

Ashrae, 2009. Handbook : Fundamentals. Heat Transfer. ASHRAE.Inc.

Airwell wesper catalog chiller 2014.

Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6196-2009, SNI 03-6090-2000, SNI 03-6197-2000, SNI 03- 6759-2002, SNI 03-6572-2001. Jakarta : Bagian Proyek Efisiensi Energi Depdiknas.

Boyle G, 2004. Australian Refrigeration & Air Conditioning Vol 2 (ENG 026). Training Publication.

Hendradinata, 2015. Perencanaan Unit Mesin Pendingin untuk kebutuhan Pengkondisian udara Pada gedung Rektorat Politeknik Sekayu. Jurnal Petra Vol 1 No.1 Juli – Desember 2015. Hal 1-10.

Kharagpur. Lesson 26 Refrigerants. Version 1 ME, IIT.

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

ODP vs. GWP for Common Refrigerants from <http://www.trane.com>)

Shan K.Wang, 2001. Handbook of air Conditioning and Refrigeration, Second Edition. Mc Graw Hill.