

## BEBAN PENDINGIN GEDUNG SARINAH LANTAI 13 DAN 14 PADA AREA PERKANTORAN DI JAKARTA

Srihanto.

*Prodi Teknik Mesin , FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,  
srihanto58@gmail.com*

### Abstrak

Sistim pendingin AC (*Air Coditioning*) semakin menjadi kebutuhan untuk gedung perkantoran maupun dunia industri di Jakarta. *Air Conditioning* berfungsi untuk menyejukan ruangan khususnya perkantoran dengan tujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan produktifitas karyawan sehingga etos kerjanya meningkat. Untuk memasang AC pada gedung perkantoran tersebut diperlukan data-data perancangan dan analisa beban pendingin. Untuk itu perlu dilakukan kajian perhitungan perancangan AC dalam ruangan khususnya pada gedung Sarinah di Jakarta pada lantai 13 dan 14 yang penggunaannya untuk perkantoran, music hidup dan lainnya, agar dapat di ketahui berapa besar AC yang dibutuhkan. Metodologi perancangan dimulai dari penentuan data gedung baik luas rruangan, jumlah orang yang tinggal, peruntukan ruangan dan peralatan yang ada di dalam ruangan dan bahan dinding ruangan. Kemudian dilakukan analisa perhitungan beban pendingin. Untuk menentukan daya mesin Pendingin. Ruangan pada lantai 13 dan 14 tersebut sebenarnya sudah terpasang namun seiring dengan perkembangan seelama ini maka perlu ddilkukan analisa perhitungan beban ulang. Dari hasil analisa perhitungan beban pendingin pada gedung Sarinah lantai 13 dan 14 tersebut adalah : beban lantai 13: 180,52 kW, beban lantai 14 : 202,57 kW total beban lantai 13 dan 14 adalah : 383,9 kW. Total Daya Kompresor yang di butuhkan ; **188,7 HP** , Mesin AC menggunakan refrigerenat R 134 A, COP : 2,03.

Kata kunci : Gedung , beban, pendingin, Ruangan, Daya

### 1. PENDAHULUAN

*Air Conditioning* (AC) atau sistim pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Sistim ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan mengontrol uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. ( Wiranto Arismunadar, 2005) Sebagaimana pada gedung- gedung yang berada di Jakarta khususnya gedung Sarinah di mana pada lantai 13 dan 14 merupakan ruangan untuk perkatoran, music hidup dan lainnya dibutuhkan sistim tata udara yang memenuhi standar dan nyaman. Seiring dengan berjalanya waktu pengelolaan gedung, mengalami perubahan kondisi dalam ruangan dan jumlah orang yang berada di dalam gedung sehingga kenyamanan berkurang. Kenyamanan adalah kemampuan badan untuk menyesuaikan diri dengan suhu dan kondisi lingkungan sehingga badan merasa sejuk dan seha. ( Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996)(6). Untuk menjaga agar ruangan gedung kondisinya nyaman, perlu dilakukan analisa perhitungan ulang kebutuhan besar kecilnya beban kalor pendingin dalam ruangan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan besar beban kalor yang harus didinginkan dari dalam ruangan tersebut, menentukan besar daya kompresor dan menentukan rekomendasi jenis ac yang digunakan.

#### 1.1.Sistim Penyegar udara pada umumnya ada dua golongan utama, yaitu :

- 1) Penyegar udara untuk kenyamanan  
Menyegarkan udara dri ruangan untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
- 2) Penyegar udara untuk industry.  
Menyegarkan udara dri ruangan karena diperlukan oleh proses, bahan, peralatan atau barang yang ada di dalamnya. ( Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996) (6)

Tabel 1 Suhu Nyaman Menurut Standar Nasional Indonesia.(SNI)

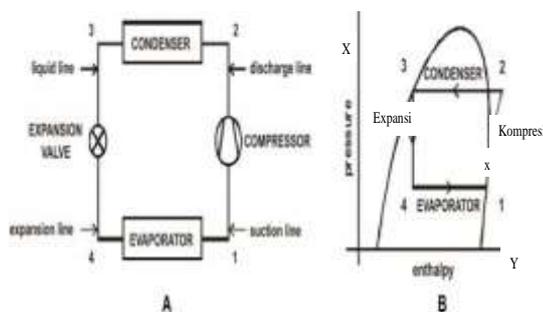
Kondisi	Suhu Efektif (SE)	Kelembapan (RH)
Sejuk	20,5? - 22,8?	50%
Nyaman Optimal	22,8? - 25,8?	70%
Hangat Nyaman	25,8? - 27,1?	60%

(Sumber ; SNI, 03-6572-2021)

## 1.2 Siklus Refrigerasi Kompresi uap

Dasar pemahaman dari siklus refrigerasi adalah sebuah sistem yang dikenal sebagai sistem kompresi uap/gas (*vapor compression*). Sebuah skema dari sistem kompresi uap ditunjukkan pada gambar dibawah (gambar 1.) yaitu diagram skematik mesin pendingin dan siklus mesin pendingin. Suatu sistem yang terdiri dari kompresor, kondensor, expansion valve dan sebuah evaporator.

Gambar 1b. diatas menggambarkan diagram P-h *Pressure-Enthalpy* dari siklus refrigerasi (*refrigeration cycle*). Sumbu Y menunjukkan tekanan dan sumbu X menunjukkan enthalpy. diagram p-h ini adalah alat yang paling umum dipakai dalam menganalisa dan melakukan perhitungan kalor, usaha dan perpindahan energy dalam suatu siklus refrigerasi. Sebuah siklus refrigerasi tunggal terdiri dari daerah bertekanan tinggi pada point 1 ke 3. (*high side*) dan daerah bertekanan rendah (*low side*) pada point dari 3 ke 1. perubahan dari tekanan dapat dilihat dengan jelas pada diagram p-h ini. Juga kalor dan perpindahan energy dapat dihitung sebagai perubahan *enthalpy* yang tergambar pada diagram p-h tersebut. (William C. Reynolds, Henry C. Perkins 1991)



Gambar 1. A . Gambar skematis sistim pendingin dan B. Siklus Refrigerasi pada diagram *pressure-enthalpy (p-h)*.

( Sumber : William C. Reynolds, Henry C. Perkins 1991)

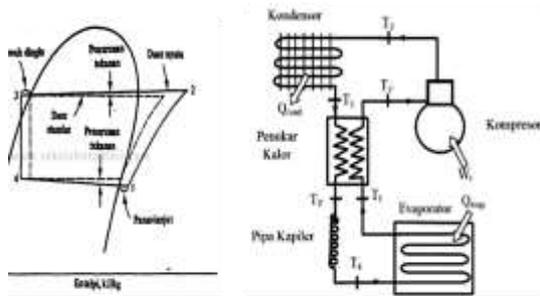
Penjelasan Siklus Kompresi Uap Standart ( Gambar 1.1.B.)

a). Proses 1-2. : Proses kompresi yaitu proses refrigerant gas diisap dari evaporator pada tekanan rendah dan ditekan oleh kompresor ke kondensor sehingga refrigerant gas tekanannya naik.

- b). Proses 2-3. : Proses kondensasi yaitu refrigeran gas di dinginkan disini kalor dilepas dari refrigerant sehingga refrigerant menjadi cair .
- c). Proses 3-4. : Proses *Expansi* yaitu refrigerant cair di kabutkan dari tekanan tinggi menjadi tekanan rendah dan phasanya menjadi kabut/gas.
- d). Proses 4-1. : Proses evaporasi yaitu refrigerant bersuhu rendah menyerap kalor ruangan di evaporator sehingga wujudnya menjadi gas bertekanan rendah. Kemudian refrigerant di isap oleh kompresor lagi, demikian secara terus menerus sehingga menjadi siklus yang disebut kompresi uap standart.

## 1.3 Siklus Refrigerasi Aktual :

Siklus *refrigerasi actual* mengalami penurunan efisiensi dibandingkan dengan daur standr. Ada juga perubahan lain dri daur standr , yang mungkin cukup berarti atau tidak dapat diabaikan. Perbandingan dapat di lakukan dengan menempel diagram daur nyata pada daur standar . Perbedaan penting adalah pada penurunan tekanan di dalam kondensor dan evaporator dalam bawah dingin (*sub cooling*) , cairan yang meninggalkan kondensor dan dalam pemanasan lanjut uap yang meninggalkan evaporator. Tetapi pada daurnyata terjadi penurunan tekanan ini, karena adanya gesekan. Akibat penurunan tekanan ini , kompresi pada titik 1 dan 2 memerlukan lebih banyak kerja dibandingkan daur standar. Dengan adanya *sub cooling* menjamin bahwa refrigeran memasuki katup ekspansi 100 persen cair. Pemanasan lanjut ap biasanya terjadi di dalam evaporator, dan di sarankan sebagai pencegah cairan gas tidak memasuki kompresor. Perbedaan terakhir pada daur nyata adalah kompresi yang tidak lapi isentropic , dan terdapat ke tidak efisienan yang di sebut oleh gesekan dan kerugian-kerugian lain. Siklus refrigerasi kompresi uap aktual dapat digambarkan secara skematis seperti gambar 2.. di bawah. ( *Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996*.

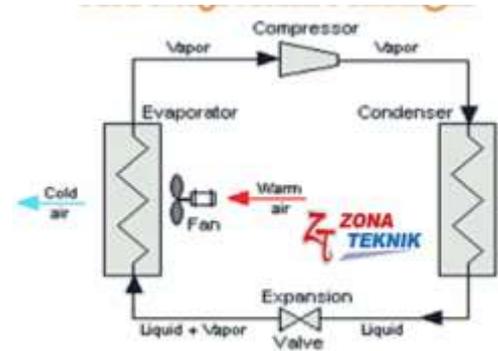


Gambar 2. 2A. Siklus Refrigerasi Actual, 2B. Diagram Skematis,  
Sumber : ( Wilbert F Stoecker & Jerold W Jones 1996)

#### 1.4. Cara kerja mesin pendingin.

Kompresor yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (*refrigent*), jadi *refrigent* yang masuk ke dalam kompresor dialirkan ke kondenser yang kemudian dimampatkan di kondenser. Di bagian kondenser ini *refrigent* yang dimampatkan akan berubah fase dari *refrigent fase uap* menjadi *refrigent fase cair*, maka *refrigent* mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam *refrigent*. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondenser adalah jumlah dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan. ( lebih jelaskan lihat gambar 2.. diagram skematis Mesin pendingin ). Pada kondenser tekanan *refrigent* yang berada dalam pipa-pipa kondenser relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan *refrigent* yang berada pada pipa-pipa evaporator. Setelah *refrigent* lewat kondenser dan melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair, maka *refrigent* dilewatkan melalui katup ekspansi, pada katup ekspansi ini *refrigent* tekanannya diturunkan sehingga *refrigent* berubah kondisi dari fase cair ke fase uap yang kemudian dialirkan ke evaporator, di dalam evaporator ini *refrigent* akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap, perubahan fase ini disebabkan karena tekanan *refrigent* dibuat sedemikian rupa sehingga *refrigent* setelah melewati katup ekspansi dan melalui evaporator tekanannya menjadi sangat turun. Hal ini secara praktis dapat dilakukan dengan jalan diameter pipa yang ada di evaporator relatif lebih besar jika dibandingkan dengan diameter pipa yang ada

pada kondenser. Dengan adanya perubahan kondisi *refrigent* dari *fase cair* ke *fase uap* maka untuk merubahnya dari fase cair ke *refrigent fase uap* maka proses ini membutuhkan energi yaitu energi penguapan, dalam hal ini energi yang dipergunakan adalah energi yang berada di dalam ruangan yang akan didinginkan. (Wiranto Arismunadar, 2005)



Gambar 3. Diagram Alir Mesin Pendingin.

( sumber :

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=gambar+mesin+pendingin#> ) di down load 20-5-23) (2)

#### 1.5. Komponen utama mesin pendingin

Berikut ini uraian ringkas tentang komponen-komponen utama sebuah system refrigerasi

##### 1. Kompresor.

Kompresor menghisap uap refrigerant untuk dinaikan tekanannya, dengan naiknya tekanan maka temperatur refrigerant juga naik. Sehingga setelah keluar dari kompresor, refrigerant tadi berbentuk uap panas lanjut. (Wiranto Arismunadar, 2005)

##### 2. Kondensor.

Uap refrigerant uap melepaskan kalor laten pengembunan kepada fluida pendingin ,sehingga *refrigerant* tadi mengembun dan menjadi cair.

##### 3. Katup Ekspansi (Pipa Kapiler)

bertekanan tinggi tersebut diekspansikan melalui pipa kapiler (katup ekspansi). Pada saat melewati pipa kapiler tekanan refrigeran mulai turun dan diikuti dengan turunnya temperatur refrigeran secara drastis.

##### 4. Evaporator

Di dalam pipa evaporator, cairan refrigerant menguap secara berangsur-angsur karena menerima kalor laten pengembunan dari ruangan yang didinginkan. Selama proses

penguapan, di dalam pipa akan terjadi campuran refrigerant-refrigerant dalam fasa cair dan fasa uap. Pada siklus ideal, temperatur dan tekanan di dalam pipa dianggap konstan. (Wiranto Arismunadar, 2005)

### 1.6 Refrigerant

*Refrigerant* adalah suatu media (fluida) yang menyerap panas dengan menguapkan pada temperatur dan tekanan rendah serta melepaskan panas dengan jalan mengembunkannya pada temperatur dan tekanan yang tinggi. Jadi, *refrigerant* akan mudah mengalami perubahan phase dari cair menjadi gas maupun sebaliknya.

Berikut ini adalah macam-macam *refrigerant* :

#### a) Refrigerant Hydrocarbon (HC)

*Refrigerant hydrocarbon* adalah salah satu *refrigerant* alternatif pengganti *refrigerant* halokarbon. Misal R.134a, R.404a, R.410a.

#### b) Refrigerant CloroFlourcarbon (CFC)

*Cloroflourcarbon* merupakan *refrigerant* yang paling banyak di gunakan dalam sistem pendingin. Bahan dasarnya ethane dan methane yang berisi flour dan chlor dalam komposisinya. Misal R 11, R12, R22.

#### c) Refrigerant Amonia (NH<sub>3</sub>)

Amonia di gunakan secara luas pada mesin refrigerasi industri. Titik didihnya kurang lebih -33°C, zat ini mempunyai karakteristik bau meskipun pada konsentrasi kecil di udara. (Wiranto Arismunadar, 2005)

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Data Perancangan

- Suhu ruangan yang direncanakan = 22°C
- Suhu luar ruangan = 32°C
- RH direncanakan = 55 %
- RH luar ruangan = 80 %

#### a) Data Bangunan Gedung Sarinah Lantai 13 Dan 14 Di Jakarta

- Lokasi Gedung = Jakarta pusat
- Fungsi bangunan = café, kantor,
- Jumlah lantai = 14 lantai
- ( yang dianalisa lantai 13 dan 14)
- Dimensi Ruangan = Panjang ; 60 m, Lebar : 50 meter, tinggi : 3 m
- Luas Bangunan = 3600 m<sup>2</sup>
- Volume bangunan = 9000 m<sup>3</sup>

#### b) Data Dinding Dan Jendela Lantai 13

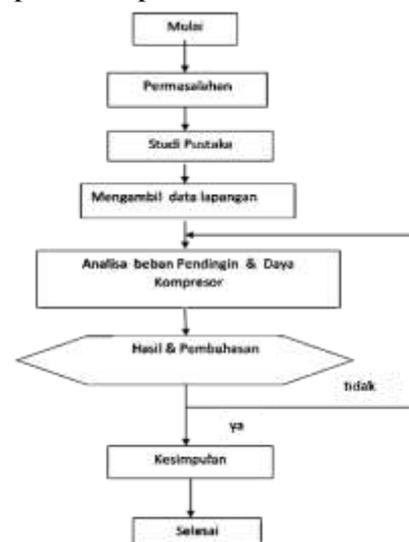
- Jenis dinding = Batu bata dengan plester semen luar dalam .
- Ketebalan = 15 cm : 0,15 m
- Diplester luar dan dalam. = 1,6 cm .
- Jumlah pintu Lt 13 = 8 unit (ukuran 1 mx 2 m)
- Jumlah jendela Lt 13 = 39 unit, ukuran (1,5 x4 ) meter
- Jenis kaca = Regulator plate, tebal 12 mm
- Jumlah orang = 60 Orang

#### c) Lantai 14 :

- Jenis = Batu bata dengan plester semen luar dalam .
- Ketebalan = 15 cm : 0,15 m
- Diplester luar dan dalam. = 1,6 cm .
- Jumlah Pintu Lt 14 = 8 unit (1 x 2m)
- Jumlah jendela Lt 14 = 37 unit (1,5 x 4 m)
- Jenis kaca = Regulator plate, tebal 12 mm
- Jumlah orang = 108 Orang

### 2.2. Diagram alir penelitian .

Dalam penyelesaian Analisa Penelitian ini diperlukan pola pikir yang sistematis, dalam bentuk kerangka pemikiran yang dapat disampaikan dalam bentuk diagram alir penelitian agar dapat memberikan gambaran prosedur penelitian :



Gambar 4. Diagram alir (flow diagram) Analisa Beban pendingin Gedung Sarinah lantai 13 & 14.

Sumber : Penelitian Mandiri

### 2.3 Dasar Perhitungan Beban Pendingin.

Beban kalor pendingin tersebut dihitung dari dua bagian yaitu daerah perimeter (daerah tepi ruangan) yang terdiri dari beban

dinding, atap dan lantai, dan daerah internal ruangan, yang terdiri dari beban penghuni dan isi ruangan serta. Ada pun jenis beban yaitu beban sensible dan beban laten. Beban kalor ruangan yang akan didinginkan dan di analisa berdasarkan kondisi yang berubah-ubah dalam ruangan maupun luar ruangan (Roy J Dossat, 1961)

#### **Beban Panas Dari Luar (*perimeter*) Ruang :**

##### **a). Beban Panas Melalui Dinding (Wilbert F Stoecker & Jerold W Jones, Supratman Hara 1996)(6)**

$$Q_d = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$U$  = Koefisien perpindahan panas ( $W/m^2k$ )  
 $A$  = Luas atap yang diperhitungkan ( $m^2$ )  
 $CLTD$  = *Cooling Load Temperature Difference*

##### **b). Beban Panas Partisi, Ceiling, Floor (Partisi dasar dan langit-langit) ( $Q_p$ ): (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)**

$$Q_p = U \times A \times TD \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$U$  = Koefisien perpindahan panas ( $W/m^2k$ )  
 $A$  = Luas partisi yang diperhitungkan ( $m^2$ )  
 $TD$  = *Design Temperature Difference* ( $^{\circ}C$ )

##### **c). Beban Panas Melalui Kaca (Wilbert F Stoecker & Jerold W Jones, Supratman Hara 1996) (6)**

$$Q_k = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$U$  = Koefisien perpindahan panas ( $W/m^2k$ )  
 $A$  = Luas atap yang diperhitungkan ( $m^2$ )  
 $CLTD$  = *Cooling Load Temperature Difference*

##### **d). Beban Panas Radiasi Matahari Melalui Jendela Kaca (ASHRAE HANDBOOK 2017)(1)**

$$Q_{rm} = A \times SC \times SHGF \times CLF \dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$A$  = Luas kaca yang terkena radiasi ( $m^2$ )  
 $SC$  = *Shading Coefficients*  
 $CLF$  = *Cooling Load Factor*

#### **Beban Panas Dari Dalam (*Interior*) Ruang.**

##### **d) Beban Panas Dari Lampu (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)**

$$Q_{lp} = Input \times CLF \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$Input$  = Besarnya wattase dari lampu ( $W$ )

$CLF$  = Faktor beban pendingin waktu penggunaan.

##### **f). Beban Panas Dari Penghuni Ruang (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)**

###### **a. Sensibel :**

$$Q_{os} = n \times SHG \times CLF \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

a) = Banyaknya penghuni dalam ruangan

$SHG$  = Besarnya beban panas sensibel yang dikeluarkan manusia

$CLF$  = Faktor berdasarkan waktu di dalam ruangan

###### **b) Laten:**

$$Q_{ol} = n \times LHG \dots\dots\dots (2.7).$$

Dimana :

$LHG$  = Besarnya beban panas laten yang dikeluarkan manusia.

##### **e) Beban Panas Dari Peralatan Yang Mengeluarkan Kalor (ASHRAE HANDBOOK, 2017)(1)**

$$Q_{pl} = HG \times CLF \dots\dots\dots (2.7).$$

Dimana :

$HG$  = Besarnya kalor dari peralatan ( $W$ )

$CLF$  = Faktor beban pendingin berdasarkan waktu pengguna

##### **g) Beban Panas Dari Udara Ventilasi (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)**

###### **a) Beban Sensibel :**

$$Q_{us} = 1.232 \times OA \times \Delta t \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$Q_{us}$  = Besarnya volume udara persatuan waktu ( $l/s$ )

$\Delta t$  = Perbedaan temperatur

###### **b) Beban Latin :**

$$Q_{ul} = 3012 \times OA \times \Delta w \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

$OA$  = Besarnya volume udara persatuan waktu ( $l/s$ )

$\Delta w$  = Perbedaan kelembaban  $kg/kg$

Beban kalor tersebut di atas di jumlahkan sehingga di peroleh beban total ruangan. Untuk menjaga nilai yang tdk dimungkinkan maka hasil perhitungan di tambah factor keamanan yaitu antara 2 & sampai 5 % (Wilbert F Stoecker & Jerold W Jones, Supratman Hara 1996) (6)

##### **f) Daya Kompresor adalah(w) :**

$$W = m (h_2-h_1) (kW) \dots\dots(2.10)$$

Dinama :

- m = laju aliran massa (kg/dt)
- h1 = entalpi refrigeran masuk kompresor ( kJ/kg)
- h2 = entalpi refrigeran keluar kompresor ( kJ/kg)

**g) Kalor yang di lepas di kondensor :**

$$Q_h = m(h_3-h_2) (kW) \dots\dots(2.11)$$

Dimana :

- h3 = entalpi refrigeran keluar kondensor (kJ/kg)

**h) Kalor yang diserap evaporator :**

$$Q_e = m (h_1-h_4) (kW) \dots\dots(2.12)$$

Dimana :

- h4 = entalpi refrigeran masuk evaporator ( kJ/kg)

**j) Menentukan Harga COP ( Coefisien Off Performance )**

Yaitu unjuk kerja mesin AC yang direncanakan : (William C. Reynolds, Henry C. Perkins 1991)(7) :

$$COP = m\{(h_1-h_4)/(h_2-h_1)\} = Q_e/W \dots\dots\dots ( 2.13)$$

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam menganalisa beban pendingin gedung Sarinal perhitungan di lakukan pada saat bulan dan jam terpanas yaitu Juli 2022 antara jam 12.00 sampai dengan jam 14.00 WIB. Dengan suhu yang stabil sesuai rancangan pada ruangan yaitu 22°C dapat memberikan kenyamanan orang yang ada di dalam ruangan. Perhitungan beban Pendinginan ruangan tersebut di kategorikan pada *factor external* ( pengaruh luar) dan *internal* (pengaruh didalam ruangan) sesuai dengan persamaan pada referensi di atas .

**3.1. Menentukan Beban Pendingin .**

- a) Beban Radiasi melauai kaca Jendela lantai 14 kantor bank ( Persamaan 2.4) :  
 $Q_r = A . Sc . SHGF . CLF$   
 $= 120 \text{ m}^2 \times 0,59 \times 120 \text{ Watt/m}^2 \times 0,86$   
 $= 306,56 \text{ Watt (7,31 kW)}$
- b) Beban Konduksi melalui kaca Jendela Lantai 13 kantor Bank ( Persamaan 2.3)  
 $Q_k = U . A . CLTD$   
 $= 5,9 \text{ Watt/m}^2 \times 120 \text{ m}^2 \times 9^\circ\text{C}$   
 $= 6370 \text{ Watt ( 6,37 kW)}$

$$= 1069 \text{ W atau 1,07 kW.}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Beban Sensibel Radiasi (Qr+Qk) Dan Konduksi (Qrk)Melalui Kaca Jendela lantai 14.

N O	Nama Ruangan	Total luas jendela (m <sup>2</sup> )	Beban Radiasi/Jendela Qr ( kW)	Beban Konduksi Qk( kW)
1.	Kantor Bank BNI	120	7,31	6,37
2.	Ruangan Manager BNI	15	0,91	0,80
3.	Ruangan Meeting BNI	15	0,91	0,80
4.	Dapur	42	2,56	2,23
5.	Ruangan Staff BNI	15	0,91	0,80
6.	Ruang panel	12	0,73	0,64
7.	toilet	0	0	0
8	Jumlah		13,33	11,64
9	Jumlah beban (Qrk) lt 14		<b>24,97 kW</b>	

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan perhitungan yang sama dengan lantai 14 maka didapat radiasi dan konduksi kaca Jendela pada lantai 13. Seperti pada table 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Beban Sensibel Radiasi (Qr+Qk ) Dan Konduksi (Qrk) Melalui Kaca Jendela lantai 13.

NO	Nama Ruangan	Total luas jendela (m <sup>2</sup> )	Beban Radiasi/Jendela Qr ( kW)	Beban Konduksi Qk( kW)
1	Ruangan Teknisi Listrik	48	2,92	2,55
2	Ruangan Kantor Ritel	24	1,46	1,27
3	Ruangan Meating Ritel	24	1,46	1,27
4	Ruangan Kosong	48	2,92	2,55
5	Ruangan Inul Vista	30	1,83	1,59
6	Mesjid	30	1,83	1,59
7	Toilet	-	0	0
8	Dapur	42	2,56	2,23
9	Jumlah		14,98	13,05
10	Jumlah beban (Qrk) lt13		<b>28,03 kW</b>	

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan Perhitungan yang sama menggunakan rumus- rumus pada bab 2 tersebut di atas seperti beban dinding, beban atap beban lampu maka hasil perhitungan di dapat pada di table 4.

- c) Beban lampu Beban lampu pada ruang Kantor BNI lt 14 ( Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}
 Q_{Lp} &= \text{Input (W)} \times F_u \times F_b \times \text{CLF} \\
 &= (30 \times 36) \times 0,97 \times 1,2 \times 0,85 \text{ (Watt)} \\
 &= 1069 \text{ W atau } 1,07 \text{ kW.}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Beban lampu Setiap ruangan pada lantai 14.

Dimana daya tiap lampu 36 Watt dengan lampu Florecent :

No	Nama Ruangan	Jumlah lampu	Beban Lampu (kW)
1.	Kantor Bank BNI	30	1,07
2.	Ruangan Manager BNI	10	0,56
3.	Ruangan Meeting BNI	10	0,56
4.	Dapur	3	0,11
5.	Ruangan Staff BNI	6	0,22
6.	Ruang panel	6	0,22
7.	toilet	5	0
	Jumlah beban lampu		<b>2,74</b>

Sumber : Penelitian Mandiri

d) Beban lampu Beban lampu pada ruang Teknisi Listrik Lt 13 ( Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}
 Q_{Lp} &= \text{Input (W)} \times F_u \times F_b \times \text{CLF} \\
 &= (4 \times 36) \times 0,97 \times 1,2 \times 0,85 \text{ (Watt)} \\
 &= 139 \text{ W atau } 0,14 \text{ kW.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan beban lampu pada ruangan lantai 13 adalah dapat di lihat pada table 5.

Tabel 5. Hasil analisa beban lampu lantai 13.

Daya tiap lampu 36 Watt.

NO	Nama Ruangan	Jumlah lampu	Beban lampu (kW)
1.	Ruangan Teknisi Listrik	4	0,14
2.	Ruangan Kantor Ritel	6	0,22
3.	Ruangan Meeting Ritel	4	0,14
4.	Ruangan kosong	5	0
5.	Ruangan Inul Vista	20	0,71
6.	Mesjid	10	0,56
7.	Toilet	5	0
8.	Dapur	3	0,11
	Jumlah Beban lampu ( Qlp)		<b>1,88</b>

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan menggunakan persamaan pada bab 2 maka hasil Analisa beban pendingin setiap ruangan pada lantai 13 dan 14 dapat di lihat di table 6 sebagai berikut di bawah ini :

Tabel 6. Hasil Analisa beban total Sistim pendingin lantai 13 dan 14 Gedung Sarinal Jakarta.

No	Komponen	Beban Sensibel (kW)		Beban Laten (kW)	
		Lantai 13	Lantai 14	Lantai 13	Lantai 14
	<b>Beban kalor Eksternal :</b>				
1	Beban Kalor Jendela ( Qrk)	28,03	24,97	0	0
2	Beban Dinding & pintu ( Qdp)	95,68	108,39	0	0
	<b>Beban kalor Internal :</b>				
3	Beban Kalor Lampu ( Qlp)	1,88	2,74	0	0
4	Beban Kalor peralatan ( Qal)	26,1	53,79	0	0
5	Beban Kalor Penghuni( Qol)	8,2	2,78	8,88	1,79
6	Beban Ventilasi	1,79	0,76	4,70	1,45
7	Beban Lt 13 & 14 ( Qt)	<b>161,68</b>	<b>193,43</b>	<b>13,58</b>	<b>3,24</b>
8	<b>Jumlah kalor Lt 13&amp;14</b>	<b>255,11 kW</b>		<b>16,82 kW</b>	
9	Jumlah +Faktor Keamanan 3 %	<b>262,76 kW</b>		<b>17,31 kW</b>	
10	Beban Kalor sensibel dan laten lantai 13 (+3 %)( Qt13)	175,26 + 5,26 = 180,52 kW			
11	Beban Kalor sensibel dan laten lantai 14 (+3 %)( Qt 14)	196,67 + 5,9 = 202,57 kW			
10	Jumlah beban Laten & sensible lantai 13 dan 14 ( Qs) & ( Ql)	371,93 + 11,56 kW = 383,9 kW			

Sumber : Penelitian Mandiri

### 3.2. Menentukan Daya Mesin Pendingin.

Perancangan Gedung Sarinah pada ruangan lantai 13 dan 14 suhu 23°C, sedang suhu luar ruangan 32°C. Yaitu :

Suhu pada evaporator 23°C - 8 = 15°C.

Suhu pada kondensor 32 + 8 = 40°C.

Pada mesin pendingin terdapat adanya sub cooler dan

sub heater 5°C maka diperoleh :

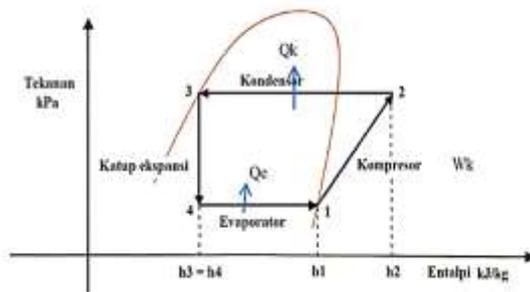
Suhu Refrigerant keluar Evaporator :

$$T_1 = 15 + 5 = 20^\circ\text{C.}$$

Suhu Keluar Kompresor:  $T_2 = 40 + 22 = 62^\circ\text{C}$

Suhu Keluar kondensor  $T_3 = 40 - 5 = 35^\circ\text{C.}$

Refrigerant yang digunakan adalah R = 134a.



Gambar 5. Diagram Siklus Refrigerant

Sumber : Penelitian mandiri

**Dari tabel Harga entalpi ( h ) diperoleh ( di lampiran 3 Diagram P -H ) :**

Entalpi ( h1 ) suhu 20°C, hg = 390 kJ/kg

Entalpi ( h2 ) suhu 62°C , hg = 445 kJ/kg

Entalpi ( h3 ) suhu 35°C, hf = 240 kJ/kg

Entalpi h3 = h4

**a) Menentukan Aliran Refrigerant ( m ) :**

$$Q_e = m ( h_1 - h_4 ) \dots\dots ( 2.12 )$$

$$383,9 \text{ kW} = m ( 490 \text{ kJ/kg} - 240 \text{ kJ/kg} )$$

$$m = \frac{383,9 \text{ kW}}{150 \text{ kJ/kg}} = 2,56 \text{ kg/dt}$$

**b) Daya Kompresor ( W ) ( Persamaan 2.10):**

$$W = m ( h_2 - h_1 )$$

$$= 2,56 \text{ kg/dt} ( 445 - 390 ) \text{ kJ/kg}$$

$$W = 140,8 \text{ kJ/dt} = 140,8 \text{ kW}$$

**c) Menentukan Harga COP ( Coefisien Off Performance ) ( Persamaan 2.13):**

$$\text{COP} = \frac{m ( h_1 - h_4 )}{m ( h_2 - h_1 )} = \frac{Q_e}{W}$$

$$\text{COP} = \frac{383,9 \text{ kJ/dt}}{188,7 \text{ kJ/dt}} = 2,03$$

**Pembahasan**

- Perhitungan beban kalor dihitung dari beban exterior dan interior serta beban sensible dan beban laten. Jumlah beban kalor Lantai 13 ( Qlt13 ) = 180,52 kW  
Jumlah beban kalor Lantai 14 ( Qlt14 ) = 202,57 kW  
Jumlah Beban kalor total Lantai 13 dan Lantai 14 = 383,9 kW
- Mesin pendingin menggunakan Refrigerant R134a , sehingga diperoleh hasil analisa perhitungan daya kompresor dalam HP ( Wk ) = 140,8 kW x 1000/746 = **188,7 HP**.

- Sesuai dengan referensi beban 109,16 TR. ( Ton Refrigerant ) Jenis pendingin yang di gunakan adalah AC sentral ( 50 sampai dengan 1000 TR )

**IV. KESIMPULAN.**

Dari hasil analisa perhitungan beban pendingin yang telah dilakukan, pada perencanaan sistem penkondisian udara pada gedung Sarinah lantai 13 dan 14 lantai dengan ukuran 60 m x 50m x 4 m, di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

- Beban Pendingin Sensible dan laten lantai 13 dan 14 Total = 383,9 kW Beban. Atau setara dengan 109,16 TR, maka dipilahlah Ac Sentral ( 50 s/d 1000 TR)
- Beban Pendinginan per meter persegi adalah : Beban total pendinginan / luas ruangan. Besarnya rasio : luas lantai 13 dan 14 adalah 3142 m<sup>2</sup>, sedang beban pendingin 383,9 kW/3142m<sup>2</sup> maka = 122 Watt/m<sup>2</sup>.
- Daya Kompresor dan COP yang dihasilkan dari Mesin Pendingin yang dipilih adalah 108 HP, dengan COP Mesin adalah 2,03.

**5. DAFTAR PUSTAKA**

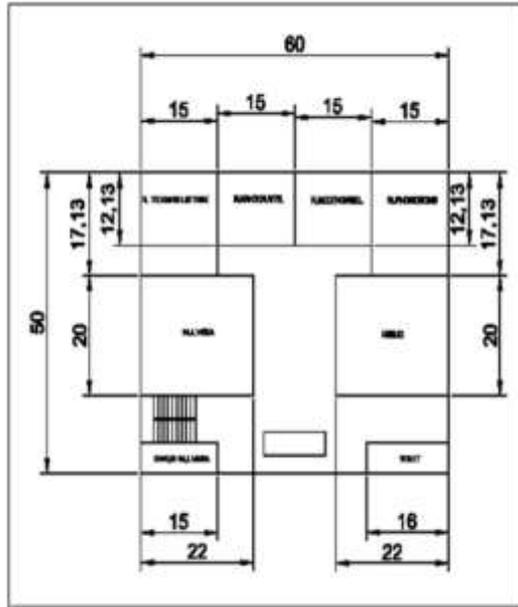
- ASHRAE HANDBOOK, 2017, Handbook, Fundamental, Atlanta, ASHRAE Inc.  
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=gambar+mesin+pendingin#> (di down load 20-5-23)  
Roy J Dossat, 1961, Prinsiples of refrigeration, Houston Texas. Singapu Topan printing.  
Tria Rasipan, 2021. SNI 03-6572-2001. Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan Gedung  
Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 2005, Penyegaran Udara, Edisi 7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.  
Wilbert .F Stoecker & Jerold W. Jones, Supratman Hara, 1996 Refrigerasi & Pengkondisian Udara , Edisi 2. Erlangga, Jakarta.  
William C. Reynolds, Henry C. Perkins, Filino Harahap, 1991, Termodinamika teknik Erlangga Jakarta.

----

LAMPIRAN 1

DENAH GEDUNG SARINAL LANTAI

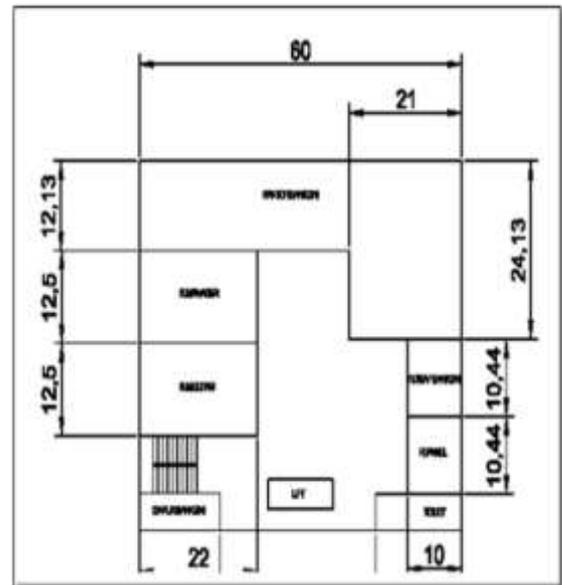
14.



LAMPIRAN 2

DENAH GEDUNG SARINAH LANTAI

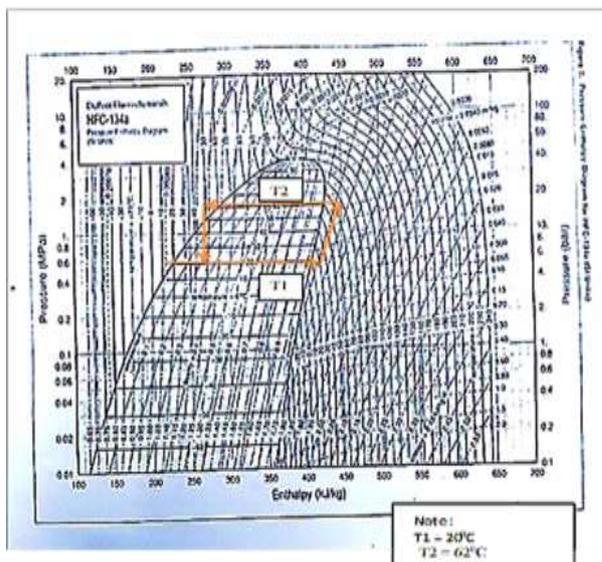
13.



LAMPIRAN 3 DIAGRAM P-H

RERIGERASI 134A.

DIAGRAM P-H (TEKANAN-ENTALPI) R. 134 A



--h--