

# DETAIL DESAIN CHILLER SISTEM HVAC PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT

## DETAIL DESIGN OF HVAC SYSTEM CHILLER IN MULTI STOREY BUILDINGS

Bangbang Jaka Samudra<sup>1)</sup>, Maryadi<sup>1)</sup>, Amiral Aziz<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam As-Syafi'iyah

<sup>2)</sup>Balai Besar Teknologi Konversi Energi BPPT

Email: [samudrahvhcr@gmail.com](mailto:samudrahvhcr@gmail.com)

### ABSTRACT

*Detail of HVAC System Chiller Design in Multi-storey Buildings is a design process to determine the air conditioning system in a building to reach the desired temperature. This design process includes the calculation of internal, external, infiltration and ventilation loads. Internal load includes heat load from occupants, electrical equipment, and electronic equipment, while external heat load includes heat load from materials such as walls, floors, roofs, and glass. The data required includes building data such as area, building location, building function, type of material used, temperature and humidity. In this final project, the cooling load value is 841,800 Btu / h and uses 4 units of the Water Cooled Package type Fan Coil Unit where each unit has a capacity of 210,450 Btu / h. Air distribution in each room uses ducting with main ducting dimensions of 1200 x 550 with an air flow of 10800 m<sup>3</sup> / h and branch ducting of 400 x275 with an air flow of 1080 m<sup>3</sup> / h.*

**Keywords :** HVAC, Chiller, Fan Coil Unit, Water Cooled Package.

### ABSTRAK

Detail Desain Chiller Sistem HVAC Pada Bangunan Gedung Bertingkat adalah proses desain untuk menentukan sistem pengkondisian udara pada bangunan gedung guna mencapai temperatur yang diinginkan. Proses desain ini meliputi perhitungan dari beban pendingin internal, eksternal, infiltrasi dan ventilasi. Beban internal meliputi beban panas dari penghuni, peralatan listrik, dan peralatan elektronik, sedangkan beban panas eksternal meliputi beban panas dari material seperti dinding, lantai, atap, dan kaca. Data yang dibutuhkan meliputi data bangunan seperti luas area, lokasi bangunan, fungsi bangunan, jenis material yang digunakan, temperatur dan kelembaban. Pada tugas akhir ini didapatkan nilai beban pendingin sebesar 841.800 Btu/h dan menggunakan *Fan Coil Unit* jenis *Water Cooled Package* sebanyak 4 unit model MWCP70AE dimana masing – masing unit memiliki kapasitas sebesar 210.450 Btu/h. Pendistribusian udara pada setiap ruangan menggunakan ducting dengan dimensi ducting utama sebesar 1200 x 550 dengan flow udara sebesar 10800 m<sup>3</sup>/h dan ducting cabang sebesar 400 x275 dengan flow udara sebesar 1080 m<sup>3</sup>/h.

**Kata kunci :** HVAC, Chiller, Fan Coil Unit, Water Cooled Package.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengkondisian udara adalah perlakuan terhadap udara untuk mengatur temperatur, kelembaban, kebersihan dan pendistribusian secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang diperlukan oleh orang yang berada di dalam suatu ruangan. Lebih lanjut pengkondisian udara dapat didefinisikan suatu proses mendinginkan udara sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang ideal. Saat ini aplikasi AC (*Air Conditioning*) sudah banyak dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari, dan sudah menjadi kebutuhan yang harus dipenuhi, salah satunya

adalah pada gedung perkantoran dan auditorium, karena selain untuk mendapatkan kondisi udara yang nyaman, juga dapat meningkatkan produktifitas manusia. Lebih lanjut dalam pemasangan dan aplikasinya sistem tata udara juga memerlukan biaya yang cukup besar.

Pemakaian sistem tata udara yang tidak tepat dengan kebutuhannya akan mengakibatkan pemborosan, baik itu kebutuhan energi maupun biaya yang cukup mahal. Setiap bangunan atau ruangan selain mempunyai kondisi beban pendinginan puncak juga mempunyai beban total pendinginan ruangan, yang biasanya berubah-ubah setiap jamnya. Berdasarkan hal tersebut, suatu gedung atau ruangan yang akan

dikondisikan dengan memasang sistem tata udara, maka perlu diketahui terlebih dahulu beban maksimum dan beban parsial yang ada, sehingga dapat ditanggulangi dengan tepat untuk menghindari baik kebutuhan energi juga tercapainya pengkondisian udara yang diinginkan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka penulis menentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan sistem tata udara pada bangunan gedung.
2. Prinsip kerja mesin pendingin.
3. Menentukan spesifikasi mesin pendingin.

### 1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya ruang lingkup bahasan tentang perencanaan sistem tata udara pada bangunan gedung, maka diperlukan pembatasan masalah diantaranya yaitu :

1. Beban pendingin (*Cooling Load*).
2. Kapasitas pendingin (*Cooling Capacity*).
3. Peralatan yang digunakan pada sistem HVAC (*Heating Ventilating Air Conditioning*).

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perencanaan ini adalah untuk merencanakan sebuah sistem tata udara pada bangunan gedung bertingkat 3 yang memenuhi standar, guna mendapatkan kenyamanan bagi siapapun yang menggunakan gedung tersebut sehingga gedung tersebut dikatakan layak fungsi. Berkaitan dengan hal tersebut, maka pemilihan sistem mesin pendingin yang tepat harus dilakukan sesuai berdasarkan perhitungan beban.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulis untuk menghitung beban pendingin adalah metode *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

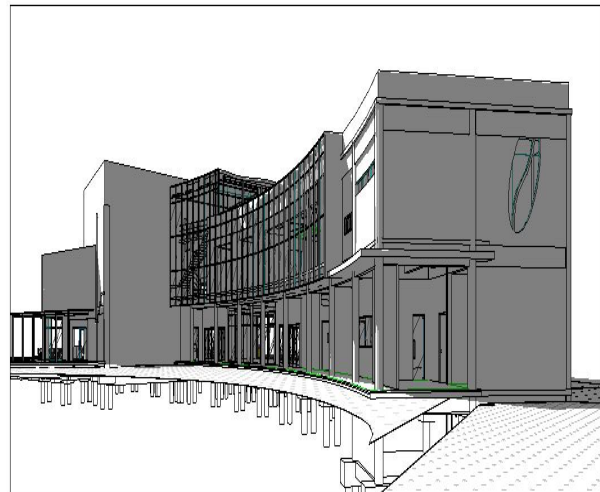
1. Menghitung luas ruangan dan volume ruangan pada gedung yang akan dikondisikan.
2. Menentukan nilai *Air Change Per Hour* berdasarkan tabel ACH (*Air Change Hour*).
3. Menentukan temperatur lingkungan di lokasi bangunan berdasarkan data dari BMKG yaitu 35°C.
4. Menentukan temperatur ruangan yang akan di desain berdasarkan parameter kenyamanan yaitu 24° C ±2.
5. Menghitung beban pendingin berdasarkan konstruksi material yang digunakan sehingga mendapatkan nilai cooling load untuk

memilih mesin pendingin yang sesuai dengan kebutuhan.

## 2. BAHAN DAN METODE

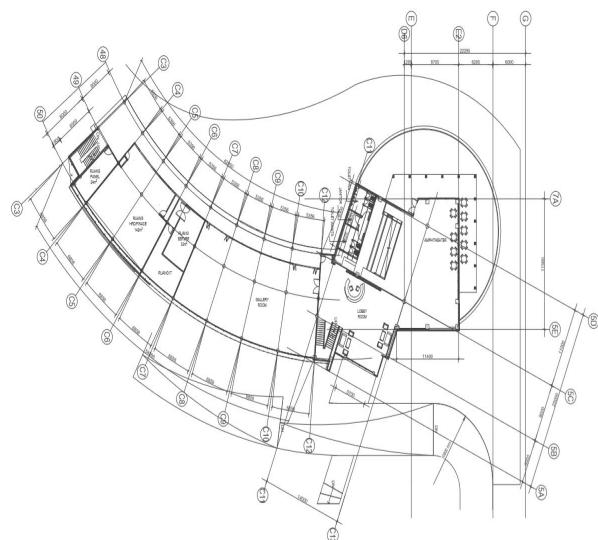
### 2.1 Bahan

Adapun bangunan yang akan didesain sistem HVAC ini adalah bangunan gedung bertingkat 3 yang diperuntukan sebagai gedung perkantoran yang berlokasi di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur. Lebih jelasnya mengenai Bangunan Gedung ini dapat dilihat pada Gambar. 1



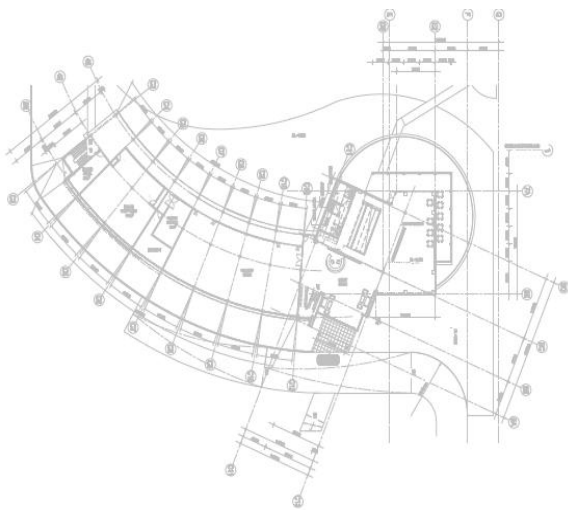
Gambar 1. Bangunan Gedung Yang Dikondisikan

Adapun terkait denah arsitek pada skripsi ini. Lebih jelasnya dapat lihat pada Gambar.2



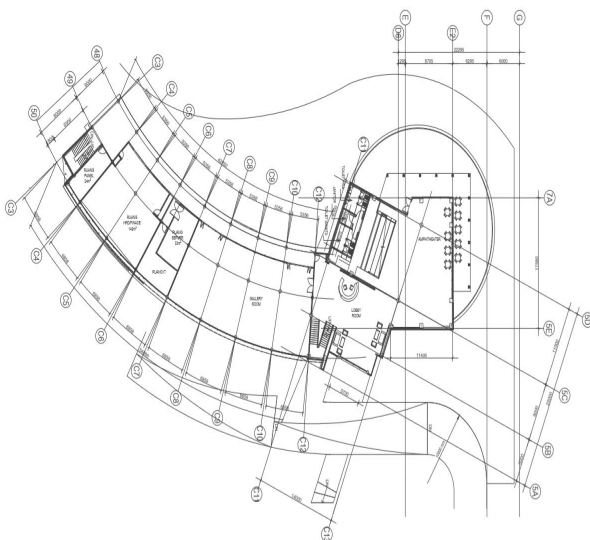
Gambar 2. Denah Bangunan Lantai 1

Adapun terkait denah lantai 1 pada penelitian ini. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar.3



Gambar 3. Denah Bangunan Lantai 2

Adapun terkait denah lantai 2 pada skripsi ini. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar.4

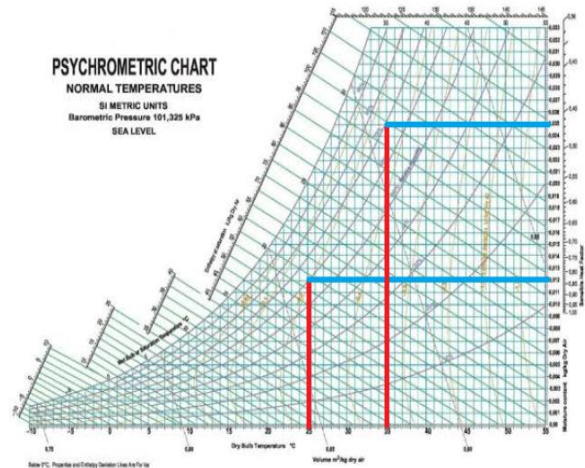


Gambar 4. Denah Bangunan Lantai 3

## 2.2 Analisa Psychrometric

*Psychrometric Chart* adalah ilmu yang mempelajari sifat-sifat properties udara. *Psychrometric* pada bidang teknik tata udara, meliputi pengukuran dan menghitung sifat-sifat udara luar dan udara yang ada di dalam ruangan bangunan yang dikondisikan. *Psychrometric* juga digunakan untuk mencari kondisi udara yang

pasti akan lebih nyaman dalam ruangan yang dikondisikan. Grafik *psychrometric* merupakan alat pembaca dalam pengukuran yang mewakili kondisi atau sifat-sifat udara seperti: temperatur, kandungan uap air, kandungan uap air (*humidity*) dan titik kondensasi (*dewpoint*).



Gambar 5. *Psychrometric Chart*

## 3. Perhitungan

### 3.1 Beban Pendingin

Beban pendingin dimaksudkan sebagai jumlah kalor yang harus dibuang dari dalam ruangan yang akan dikondisikan yang harus diserap atau ditanggulangi oleh mesin pendingin. Perhitungan beban pendingin dengan dengan rumus persamaan:

$$U \times A \times \Delta T \quad (1)$$

U = Nilai condistance berdasarkan material yang digunakan

A = Luas area berdasarkan denah arsitek

$\Delta T$  = Perbandingan temperatur luar dan temperatur desain

### 3.2 Beban Panas Dari Atap

Menentukan Nilai Faktor U Atap

Tabel 1. Konstruksi Material Atap

Komponen	Ketebalan (m)	Thermal Property	Sumber Referensi
Outside Air (fo)		c = 40	Tabel 10.5 A R.J.Dosat hal 444
Keramik	0.005	c= 20	Tabel 3.1 A ASHRAE hal 3.4
Concrete (k1)	0.2	k = 5	Tabel 3.1 A ASHRAE hal 3.5
Ceeling Space (R1)		R = 1	Tabel 3.11 ASHRAE hal 3.22
Gypsum (c)	0.01	c = 3.1	Tabel 3.1A ASHRAE hal 3.4
Inside Air		c = 1.2	Tabel 10.5 A R.J.Dosat hal 444

$$Q \text{ Atap} = U \times A \times \Delta T$$

### 3.3 Beban Panas Dari Lantai

Menentukan Nilai Faktor U Lantai  
Tabel 2. Tabel Konstruksi Material Lantai

Komponen	Ketebalan (m)	Thermal Property	Sumber Referensi
Keramik (c1)		0.005	Tabel 3.1 A ASHRAE hal 3.4
Semen plester (k1)	0.005	k = 5	Tabel 3.1 A ASHRAE hal 3.6
Inside Air(fi)	0.2	c = 1.2	Tabel 10.5 A R.J.Dosat hal 444

$$Q \text{ Lantai 1} = U \times A \times \Delta T$$

Tabel 3. Tabel Beban Panas dari Atap dan Lantai

Bagian	Beban panas (Btu/H)
Atap	22.764
Lantai	40.524
Total	63.288

### 3.4 Beban Panas Dari Dinding

Menentukan Nilai Faktor U Dinding  
Tabel 4. Tabel Konstruksi Material Dinding

Komponen	Ketebalan (inc)	Thermal Property	Sumber Referensi
Outside Air (fo)		4.0	Tabel 10.5 A R.J.Dosat hal 444
Cemen Ples (c1)	0.375	c = 13.3	Tabel 3.1 A Ashrae hal 3.6
Brick (k1)	x=5	K = 5	Tabel 10-4 R.J.Dosat hal 443
Cemen Ples (c2)	0.375	c = 13.3	Tabel 3.1 A Ashrae hal 3.6
Inside Air (fi)		c = 1.2	Tabel 10.5 A R.J.Dosat hal 444

Beban panas melalui dinding lantai 1 dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q \text{ Dinding Timur} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Selatan} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Barat} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Utara} = U \times A \times \Delta T$$

Beban panas melalui dinding lantai 2 dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q \text{ Dinding Timur} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Selatan} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Barat} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Utara} = U \times A \times \Delta T$$

Beban panas melalui dinding lantai 3 dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q \text{ Dinding Timur} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Selatan} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Barat} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Dinding Utara} = U \times A \times \Delta T$$

Tabel 5. Tabel Beban Panas dari Dinding  
Beban panas (Btu/H)

Lantai	Beban panas (Btu/H)				Total
	Timur	Selatan	Barat	Utara	
1	2.354	9.017	5.569	14.908	31.848
2	5.649	11.372	400	7.610	25.031
3	7.683	6.663	5.802	7.450	21.598
					74.877

### 3.5 Beban Panas Dari Kaca

Beban panas melalui kaca lantai 1 dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q \text{ Kaca Timur} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Selatan} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Barat} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Utara} = U \times A \times \Delta T$$

Beban panas melalui kaca lantai 2 dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q \text{ Kaca Timur} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Selatan} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Barat} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Utara} = U \times A \times \Delta T$$

Beban panas melalui kaca lantai 3 dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q \text{ Kaca Selatan} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Barat} = U \times A \times \Delta T$$

$$Q \text{ Kaca Utara} = U \times A \times \Delta T$$

Tabel 6. Tabel Beban Panas dari Kaca

Lantai	Beban panas (Btu/H)				Total
	Timur	Selatan	Barat	Utara	
1	14.506	31.724	11.422	9.822	67.474
2	16.864	26.282	17.404	25.929	86.479
3	0	4.885	4.346	6.334	15.565
					169.518

### 2.1.5 Beban Panas Dari Penghuni

Beban panas dari manusia dapat dihitung sebagai berikut :

Q Sensible Lantai 1

$$q_s = No \times Sens \text{ HG} \times CLF$$

Q Laten Lantai 1

$$q_l = No \times lat \text{ HG} \times CLF$$

Q Sensible Lantai 2

$$q_s = No \times Sens \text{ HG} \times CLF$$

Q Laten Lantai 2

$$q_l = No \times lat \text{ HG} \times CLF$$

Q Sensible Lantai 3

$$q_s = No \times Sens \text{ HG} \times CLF$$

Q Laten Lantai 3

$$q_l = No \times lat \text{ HG} \times CLF$$

Beban panas dari peralatan listrik dapat dihitung sebagai berikut:

Q Internal Lantai 1

$$q = INPUT \times CLF$$

Q Internal Lantai 2

$$q = INPUT \times CLF$$

Q Internal Lantai 3

$$q = INPUT \times CLF$$

Tabel 7. Tabel Beban Panas dari Penghuni dan Peralatan Listrik

Lantai	Beban panas (Btu/H)		
	Sensibel	Laten	Peralatan
1	16.200	10.800	866
2	9.614	2.612	866
3	1.748	47	60
	27.562	13.459	1.792

### 3.6 Beban Udara Pada Ruang

Kebutuhan udara segar (*fresh air*) lantai 1 berdasarkan luas dan fungsi ruangan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

#### Lantai 1

$$\text{Galery Room : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Amphiteater : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Lobby Room : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Hrd : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Panel : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang IT : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

#### Lantai 2

$$\text{Office : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Meeting1 : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Meeting2 : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Direktur 1 : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Direktur 2 : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

$$\text{Ruang Sekertaris : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

#### Lantai 3

$$\text{Function Room : } CFM = \text{Jumlah Orang} \times Rp \text{ (Air Rate Per Person)}$$

Tabel 8. Tabel Beban Udara Ruang

Lantai	Jumlah Udara (cfm)
1	470
2	268
3	50
Total	788

### 3.7 Beban Infiltrasi dan Ventilasi

Persamaan *cooling load* dari infiltrasi dan ventilasi dengan metode *air change per hour* adalah sebagai berikut:

$$Q \text{ Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q \text{ Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Dimana :

CFM : Volume x ACH (*Air Change Per Hour*)

$\Delta T$  : *Inside & Outside Air Temperature Difference*

$\Delta W$  : *Humidity Ratio Difference*

Beban infiltrasi berdasarkan luas dan fungsi ruangan lantai 1 dapat di hitung sebagai berikut :

$$\text{Galerry Room : } \text{Kebutuhan udara segar : } 150 \text{ CFM}$$

$$Q \text{ Sensible} = 1.10 \times 150 \text{ CFM} \times \Delta T$$

$$Q \text{ Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

$$\text{Amphiteater : } \text{Kebutuhan udara segar : } 236 \text{ CFM}$$

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Lobby Room :  
Kebutuhan udara segar : 85 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Hrd :  
Kebutuhan udara segar : 75 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Panel :  
Kebutuhan udara segar : 15 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang IT :  
Kebutuhan udara segar : 20 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Beban infiltrasi berdasarkan luas dan fungsi ruangan lantai 2 dapat di hitung sebagai berikut :

Office :  
Kebutuhan udara segar : 168 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Meeting 1 :  
Kebutuhan udara segar : 15 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Meeting 2 :  
Kebutuhan udara segar : 15 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Direktur 1 :  
Kebutuhan udara segar : 25 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Direktur 2 :  
Kebutuhan udara segar : 25 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Ruang Sekertaris :  
Kebutuhan udara segar : 20 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Function Room :  
Kebutuhan udara segar : 50 CFM

$$Q_{Sensible} = 1.10 \times CFM \times \Delta T$$

$$Q_{Latent} = 0.6 \times CFM \times \Delta W$$

Tabel 9. Tabel Beban Panas Infiltrasi dan Ventilasi

Lantai	Beban panas (Btu/H)			
	Infiltrasi		Ventilasi	
	Sensibel	Laten	Sensibel	Laten
1	2.673	1.260	7.381	1.779
2	2.993	1.411	2.671	1.260
Total	5.666	2.671	10.052	3.039

### 3.8 Beban Panas Radiasi Matahari

Beban panas dari pancaran matahari langsung dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Dimana : A : Area kaca berdasarkan arah bangunan

SC : Shading Coefficient  
SHGF : Solar Heat Giant Factor  
CLF : Cooling Load Factor

Beban radiasi matahari pada kaca bagian timur :  
Lantai 1

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 2

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Beban radiasi matahari pada kaca bagian selatan :  
Lantai 1

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 2

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 3

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Beban radiasi matahari pada kaca bagian barat :  
Lantai 1

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 2

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 3

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Beban radiasi matahari pada kaca bagian utara :

Lantai 1

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 2

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Lantai 3

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF$$

Tabel 10. Tabel Beban Panas Radiasi Matahari  
Beban panas (Btu/H)

Lantai	Beban panas (Btu/H)				Total
	Timur	Selatan	Barat	Utara	
1	42.664	102.185	48.946	12.262	206.057
2	69.552	261.619	58.723	32.369	422.263
3	0	40.291	14.666	7.908	62.865
					691.185

Tabel 11. Tabel Total Beban Panas

Bagian	Beban Panas (Btu/H)
Atap	22.764
Lantai	40.524
Dinding	74.877
kaca	169.518
Penghuni	41.021
Peralatan Listrik	1.792
Infiltrasi	8.337
Ventilasi	13.091
Radiasi Matahari	691.185
Total =	1.063.109
Safety Factor	5%
Total =	1.116.264

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Pemilihan Sistem Pendingin

Berdasarkan hasil dari perhitungan *cooling load* dan menyesuaikan pada fungsi bangunan tersebut maka bangunan tersebut akan di desain sistem pendingin dengan menggunakan AC Central dengan *Fan Coil Unit WCP (Water Colled Package)* dimana komponen evaporator dan kondensor berada 1 paket didalam *fan coil unit* tersebut. Penyaluran udara dilengkapi dengan sistem ducting dan difuser untuk suplai udara setiap ruangan dengan dengan data sebagai berikut :



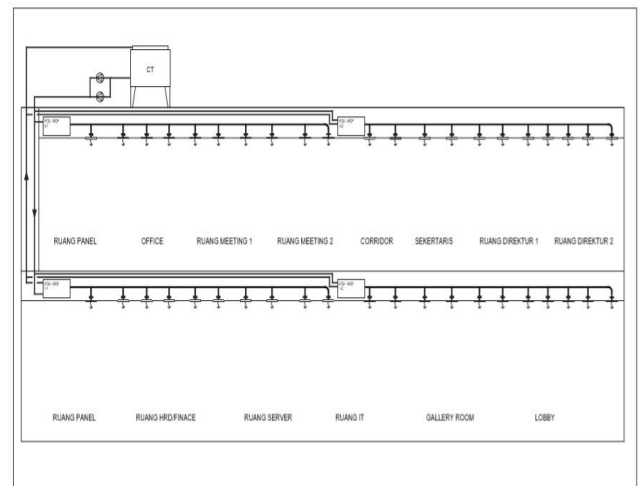
### Specifications

#### General Data

MODEL		MWCP35AE	MWCP55AE	MWCP70AE	MWCP75AE	
NOMINAL CAPACITY	W	32000	46500	64000	73500	
NOMINAL TOTAL INPUT POWER	kW	7.8	13.1	16.2	18.1	
ELECTRICAL HEATER	W	12000	21000	27000	36000	
POWER SOURCE	V/Ph/Hz	380-415/3/50				
REFRIGERANT TYPE		R407C				
AIR FLOW	m <sup>3</sup> /h	5900	8100	10800	13600	
EXTERNAL STATIC PRESSURE	Pa	100	150	150	200	
SOUND PRESSURE LEVEL	dB(A)	65	67	70	72	
UNIT DIMENSION	LENGTH	mm	1278	1722	1922	2000
	WIDTH	mm	677	736	836	1060
	HEIGHT	mm	1902	1921	2035	1989
PACKING DIMENSION	LENGTH	mm	1320	1790	1990	2040
	WIDTH	mm	720	780	865	1110
	HEIGHT	mm	2090	2100	2230	2150
UNIT WEIGHT	kg/lb	280	455	610	720	
CONDENSATE DRAIN SIZE	mm/in	25.4/1	25.4/1	25.4/1	25.4/1	
WATER PIPE CONNECTION	TYPE	Female Thread				
	SIZE	mm/in	31.75/1.25	50.80/2.00	50.80/2.00	50.80/2.00

- NOTES:
- ALL SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE BY THE MANUFACTURER WITHOUT PRIOR NOTICE.
  - NOMINAL COOLING AND HEATING CAPACITY ARE BASED ON THE CONDITIONS BELOW: COOLING 21°CDB/19°CWB INDOOR AND 30°C/33°C ENTERING/LEAVING WATER TEMPERATURE.
  - SOUND PRESSURE LEVEL ARE ACCORDING TO JIS B 8615 STANDARD. POSITION OF THE MEASUREMENT POINT IS 1m IN FRONT AND 1m BELOW THE UNIT.

Gambar 6. Katalog *Water Cooled Package*



Gambar 7. Skematik Sistrm Pendingin

##### 4.2 Menentukan Dimensi Ducting

Dari data unit mesin pendingin yang terpilih dapat dihitung dimensi *ducting* untuk pembagian udara pada setiap ruangan yang dikondisikan, *ducting* utama untuk setiap unit *water cooled package* adalah sebesar dengan data sebagai berikut :

$$Flow\ rate = 3000\ l/s$$

$$Velocity = 5\ m/s$$

Perhitungan dimensi *ducting* utama menggunakan *software McQuay Design Tools Ductsizer* dengan data sebagai berikut :

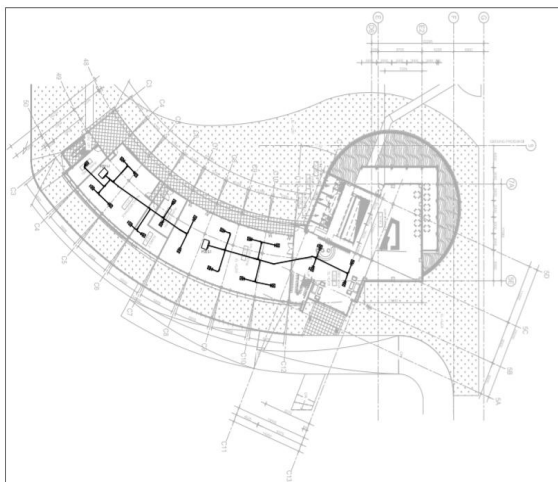
20°C Air STP	
Fluid density	1.2014 kg/m <sup>3</sup>
Fluid viscosity	0.0643 kg/m-h
Specific Heat	1.0048 kJ/kg°C
Energy factor	1.21 W/°C-L/s
<input checked="" type="checkbox"/> Flow rate	3000 L/s
<input type="checkbox"/> Head loss	0.286 Pa/m
<input checked="" type="checkbox"/> Velocity	5 m/s
<input type="checkbox"/> Equivalent diameter	874.0 mm
Duct size	1200 mm X 550 mm
Equivalent Diameter	871.76 mm
Flow Area	0.5969 m <sup>2</sup>
Fluid velocity	5.026 m/s
Reynolds Number	294,758
Friction factor	0.01662
Velocity Pressure	15.1777 Pa
Head Loss	0.29 Pa/m



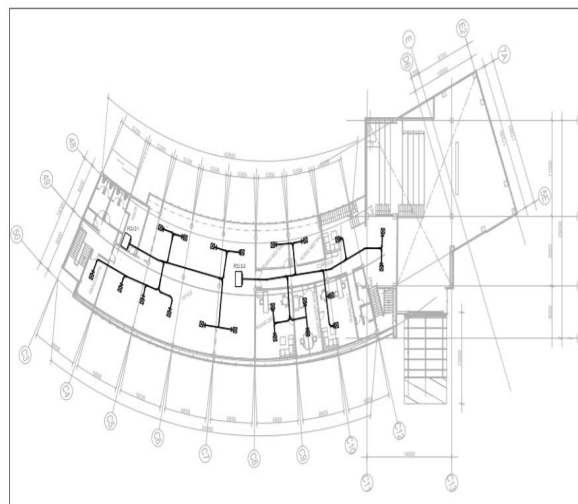
Gambar 8. Design Tools Ductsizer

Dimensi *ducting* cabang pada setiap ruangan yang dikondisikan adalah 400 x 275 dihitung menggunakan *software* *McQuay Design Tools Ductsizer* dengan data sebagai berikut :

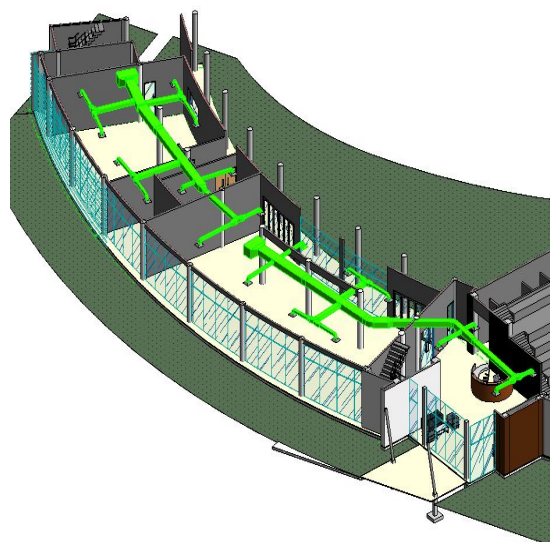
Flow rate = 300 l/s  
Velocity = 3 m/s



Gambar 9. Layout Instalasi *Ducting* Lt.1



Gambar 10. Layout Instalasi *Ducting* Lt.2



Gambar 11. Visual 3D Instalasi *Ducting*

## 5. Kesimpulan

Untuk memperoleh ruangan dengan temperature 25° dengan *Relative Humidity* sebesar 60% maka dapat memilih sistem pendingin central dengan mesin pendingin berjenis *Fan Coil Unit Water Cooled Package* dengan laju aliran udara 3456 m<sup>3</sup>/h, dan masing masing tiap lantai adalah 1728 m<sup>3</sup>/h. Penyaluran urara tiap lantai dibagi menjadi 4 unit mesin pendingin dengan masing masing kapasitas laju udara sebesar 864 m<sup>3</sup>/h dengan dimensi *ducting* utama sebesar 850 x 400.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Handbook, A. F. (1971). American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers. *Inc.: Atlanta, GA, USA*.
2. Carrier Corporation. Carrier Air Conditioning Company. (1995). *Handbook of air conditioning system design* (Vol. 1). McGraw-Hill Companies.
3. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Rudoy, W., & Cuba, J. F. (1979). *Cooling and Heating Load Calculation Manual: Prepared by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc... for the Office of Policy Development in Research, US Department of Housing and Urban Development; Project Director William Rudoy; Principal Investigator Joseph F. Cuba. ASHRAE*.
4. Berman, E. T. (2013). Modul PLPG: Teknik Pendingin.
5. Indonesia, S. N. (2000). 5. Perencanaan Tata Udara Bangunan Gedung. *SNI, 03-6390-2000, 2000*
6. Dossat, R. J. (1961). "Principles of Refrigeration, Associate Professor of Refrigeration and Air Conditioning, University of Houston, Houston, Texas".
7. Arismunandar, W. Saito, Heizo. 1991. *Penyegaran Udara. Jakarta: PT. Pradya Paramitha*.
8. Faizal, M., & Saputra, R. (2017). Perancangan Ulang Sistem HVAC Pada Gedung Perkantoran X di Jakarta Dengan Metode CLTD. *Bina Teknika, 12(1), 139-142*.
9. Nugroho, W. (1990). Studi Sistem Tata Udara Ruang Bersih Dalam kaitannya Dengan Pemakaian Energi. *Teknik Fisika ITB, Bandung*.
10. Aji, T. S., & Johanes, S., (2014), Perhitungan Cooling Load Pada Ruang Thumblr di PT. SARI HUSADA SGM, *Universitas Gajah Mada*.
11. Sukirman, I, (2014). Perancangan Tata Udara Untuk Ruangan Belajar Di Geothe Institut, Danharjo, Madinah, *Institut Sains dan Teknologi Nasional*. Sistem Tata Udara Gedung Bertingkat PHE Tower,