

PERANCANGAN TATA UDARA UNTUK RUANGAN BELAJAR DI GOETHE INSTITUT

Danhardjo
Madinah

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri - ISTN
Jl. Moch Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia
e-mail : danhardjo@yahoo.co.id

Abstract

To get a room that meets the conditions of thermal comfort or conditions that must meet certain requirements in accordance with what we want, without any dependence with the external environment, hence used Engines Cooling (Air conditioning). The Conditioning Air made here has the sense that the air in conditioned space based on heat load occurs in the room. In determining the type Engine Coolant should pay attention to air temperature, humidity, room volume, number of people, equipment used and more.

After considering these factors are then obtained Floor Building a Learning Goethe to get cooling load worth 29.88 TR (Tons Refrigerant) with the air supply amount to 5.695.78 cfm and second floor got 38.99 worth of cooling load TR (Tons Refrigerant) to 7787.3 cfm air supply. From the calculations, the chosen design type Cooling Engine for Level 1 is the brand name Carrier type 40RM-034 - B501GC number one unit and two brands Floor type Carrier 40RM-024 - B501GC number two units.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu Negara yang wilayahnya memiliki 2 musim yaitu, musim panas dan dingin. Manusia membutuhkan lingkungan udara ruang yang nyaman (*thermal comfort*) untuk melakukan aktivitas secara optimal. Dengan adanya lingkungan udara yang nyaman ini manusia akan dapat beraktifitas dengan tenang dan sehat. Keadaan udara pada suatu ruang aktifitas sangat berpengaruh pada kondisi dan keadaan aktifitas itu. Bila dalam suatu ruangan yang panas dan pengap, manusia yang melakukan aktivitas di dalamnya tentu juga akan sangat terganggu dan tidak dapat melakukan aktifitasnya secara baik, dan ia merasa tidak nyaman. Tubuh manusia seolah mesin panas yang terus-menerus menghasilkan panas. Kenyamanan *thermal* langsung berhubungan dengan tubuh manusia yang selalu membuang panas yang berlebihan ini. Dalam keadaan-keadaan normal pemindahan panas ini terjadi antara tubuh dan udara disekitarnya. Namun demikian tubuh manusia memiliki pertahanan mekanisme alami yang terus-menerus bekerja untuk mempertahankan keseimbangan yang diperlukan antara timbulnya panas dan pembuangan panas yang dihasilkan. Mekanisme-mekanisme ini bekerja untuk mempertahankan suhu tubuh yang normal, dengan mengendalikan jumlah pembuangan panas tersebut. Bila laju kehilangan panas terlalu lambat, kita berkeringat. Keringat tersebut menambah laju kehilangan panas karena

penguapan. Jika laju kehilangan panas terlalu cepat, kita mulai menggigil. Hal ini menyebabkan meningkatnya pembangkitan panas guna mengimbangi kehilangan panas. Untuk mendapatkan kondisi ruangan yang memenuhi *thermal comfort* atau juga kondisi yang harus memenuhi persyaratan tertentu sesuai dengan yang kita inginkan, tanpa adanya ketergantungan dengan lingkungan luar, maka digunakan Penyejukan Udara Buatan (*Air Conditioning*). Penyejukan udara buatan di sini memiliki pengertian bahwa udara dalam ruang dikondisikan berdasarkan beban kalor yang terjadi pada ruangan tersebut.

Keadaan yang sejuk dan nyaman bagi manusia (*comfort condition*) adalah keadaan udara dalam kamar sebagai berikut: 1). Suhu dry bulb 24°C – 25 °C atau 75,2 F – 77 F, 2). Suhu wet bulb 18.3°C atau 64,94 F, 3). R. humidity 50 s/d 60 % Dalam menentukan mesin penyejuk buatan ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan : 1). Suhu dan kelembaban udara sekitar, 2). Luas area yang akan didinginkan, 3). Jenis mesin pendingin yang akan digunakan, 4). Jenis perancangan saluran-saluran pendingin (*ducting*)

TINJAUAN PUSTAKA

Beban pendinginan sebenarnya adalah jumlah panas yang dipindahkan oleh sistem pengkondisian udara setiap hari. Beban pendinginan terdiri atas panas yang berasal dari ruang dan tambahan panas. Ada empat cara

pemindahan panas yakni: 1). Konduksi ialah pemindahan panas yang dihasilkan dari kontak langsung antara permukaan-permukaan, 2). Konveksi ialah pemindahan panas berdasarkan gerakan cairan disebut konveksi. Dalam hal ini cairan adalah udara, 3). Penguapan ialah dalam pemindahan panas yang didasarkan pada penguapan (*evaporasi*), sumber panas hanya dapat kehilangan panas, 4). Radiasi ialah pemindahan panas atas dasar gelombang-gelombang elektromagnetis.

Jumlah keseluruhan panas pindahan yang dihasilkan oleh masing-masing cara hampir seluruhnya ditentukan oleh kondisi-kondisi lingkungan. Tujuan ini tercapai dengan mengolah dan menyampaikan udara yang nyaman dari segi suhu, uap air (kelembaban), dan velositas (gerak udara dan pola-pola distribusi). Kebersihan udara dan hilangnya bau (melalui ventilasi) merupakan kondisi-kondisi kenyamanan tambahan yang harus dikendalikan oleh sistem penyegaran udara buatan. 1). Agar didapatkan suatu sistim serta kapasitas pendingin yang tepat, maka perlu diketahui besarnya beban kalor pada ruang (karena fungsi AC adalah untuk menghapus beban kalor tersebut) sehingga suhu dan kelembaban udara tetap nyaman, 2). Dengan memperhatikan hal di atas, maka di dalam desain ruang atau bangunan yang menggunakan penyegaran udara buatan, harus mengikutkan pertimbangan-pertimbangan berikut: (a). Bentuk cenderung beraturan agar memudahkan dalam perencanaan sistem penghawaannya, (b). Bentuknya diusahakan disejajarkan dengan arah aliran angin, (c). Langit-langit atau plafon dibuat relatif rendah kecuali untuk pertimbangan lain, seperti akustik dan lain-lain.

Didalam kenyataannya kalor yang masuk kedalam gedung tidak tetap, karena faktor-faktor yang mempengaruhi kalor tersebut juga berubah-ubah. Sebagai contoh temperatur udara luar (lingkungan) nilainya merupakan fungsi waktu, yaitu maksimum disiang hari rendah dipagi dan sore hari, sedang minimumnya dimalam hari. Demikian pula kelengasan udara luar maupun radiasi surya yang mengenai dinding bangunan nilainya berubah terhadap waktu. Disamping itu akan diperhatikan adanya absorpsi oleh struktur bangunan.

Dasar perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan dua cara, yaitu: 1). Perhitungan beban kalor puncak untuk menetapkan besarnya instalasi, 2). Perhitungan

beban kalor sesaat, untuk mengetahui biaya operasi jangka pendek dan jangka panjang serta untuk mengetahui karakteristik dinamik dari instalasi yang bersangkutan.

Beban pendinginan suatu ruang berasal dari dua sumber, yaitu melalui sumber eksternal dan sumber internal.

1) Sumber panas eksternal antara lain : (a). Radiasi surya yang ditransmisikan melalui kaca, (b). Radiasi surya yang mengenai dinding dan atap, dikonduksikan kedalam ruang dengan memperhitungkan efek penyimpanan melalui dinding, (c). Panas Konduksi dan konveksi melalui pintu dan kaca jendela akibat perbedaan temperature, (d). Panas karena infiltrasi oleh udara akibat pembukaan pintu dan melalui celah-celah jendela, (e).Panas karena ventilasi.

2) Sumber panas internal antara lain : (a). Panas karena penghuni, (b). Panas karena lampu dan peralatan listrik, (c). Panas yang ditimbulkan oleh peralatan lain

Dalam sistem pendingin dikenal dua macam panas atau kalor yaitu panas sensible (panas yang menyebabkan perubahan temperatur tanpa perubahan fase). Setiap sumber panas yang dapat menaikkan suhu ruangan ditandai dengan naiknya temperatur bola kering (Tdb) akan menambah beban panas sensible. Panas laten yaitu panas yang menyebabkan perubahan fase tanpa menyebabkan perubahan temperatur misalnya : kalor penguapan. Setiap sumber panas yang dapat menambah beban laten.

Beban ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Penambahan beban sensible; (a). Transmisi panas melalui bahan bangunan, melewati atap, dinding, kaca, partisi, langit-langit dan lantai,(b). Radiasi sinar matahari, (c). Panas dari penerangan atau lampu-lampu, (d). Pancaran panas dari penghuni ruangan, (e). Panas dari peralatan tambahan dari ruangan, (f). Panas dari elektromotor

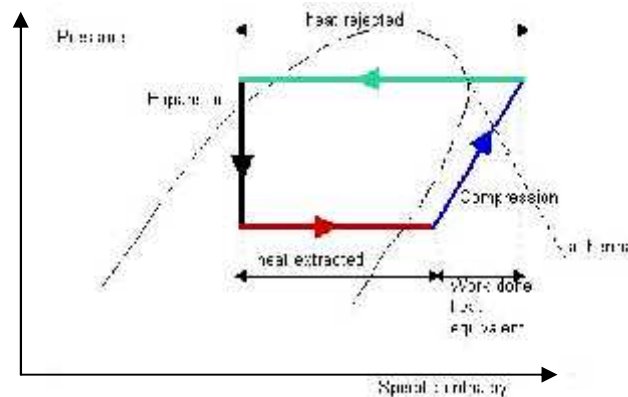
2) Penambahan panas laten ; (a). Panas dari penghuni ruangan, (b). Panas dari peralatan ruangan

3) Ventilasi dan infiltrasi, (a). Penambahan panas sensible akibat perbedaan temperatur udara dalam dan luar, (b). Penambahan panas laten akibat kelembaban udara dalam dan luar

Diagram Moulrier adalah diagram yang digunakan untuk menganalisa keadaan termodinamis refrigeran didalam siklus refrigerasi. Dimana garis tegak untuk menyatakan tekanan (P) dan garis mendarat digunakan untuk menyatakan entalpi (h), maka

diagram ini disebut juga diagram p – h. Pada gambar 1.1 tersaji gambar Besaran Sirkulasi

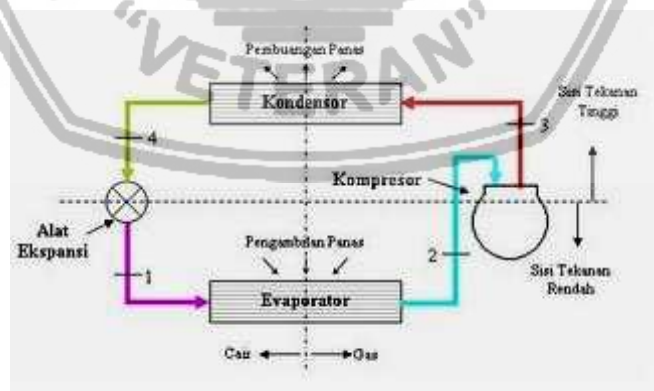
Refrigerasi pada Diagram Moulter.



Gambar 1. Besaran Sirkulasi Refrigerasi pada Diagram Moulter

Sistem pendingin siklus kompresi uap merupakan daur yang terbanyak digunakan dalam daur refrigerasi. Siklus refrigerasi kompresi uap memiliki dua keuntungan. Pertama, sejumlah besar energi panas diperlukan untuk merubah cairan menjadi uap, dan oleh karena itu banyak panas yang dapat dibuang dari ruang yang disejukan. Kedua, sifat-sifat isothermal penguapan membolehkan pengambilan panas tanpa menaikkan suhu fluida kerja ke suhu berapapun didinginkan. Dalam system refrigerasi selalu ada 4 komponen pokok yaitu kompresor, kondensor, evaporator dan alat ekspansi. Esensi dari siklus refrigerasi ini adalah pemindahan kalori / panas dari ruangan temperatur rendah ke ruangan temperatur tinggi.

Agar proses pemindahan panas ini terjadi, perlu adanya kompensasi / pengorbanan energi dari luar /eksternal energi (menurut Hukum II Termodinamika). Energi eksternal tersebut dipasok oleh kompresor. Siklus refrigerasi terdiri dari langkah-langkah: 1). Penyerapan panas pada ruangan temperatur rendah, oleh refrigerant cair pada evaporator, 2). Kompresi uap refrigerant pada kompresor, 3). Pembuangan / pelepasan panas pada ruangan temperatur tinggi, oleh refrigerant pada kondensor, 4). Ekspansi, pengembalian kondisi uap refrigerant seperti semula (refrigerant cair), oleh mesin atau katup ekspansi. Siklus dan system refrigerant sederhana dapat dilihat pada gambar 1.2 berikut ini:



Gambar 2. Skematis siklus refrigerasi termasuk perubahan tekanannya

- Dimana : Garis 1 – 2 adalah proses evaporasi
- Garis 2 – 3 adalah proses kompresi
- Garis 3 – 4 adalah proses kondensasi
- Garis 4 – 1 adalah proses ekspansi

Cara kerja dari siklus kompresi uap adalah sebagai berikut “

Refrigerant cair mengalir didalam evaporator dan menguap dengan cara menyerap panas.

Ketika terjadi perubahan fasa sehingga udara tersebut menjadi dingin. Uap *refrigerant* dari *evaporator* tersebut mengalir ke *kompresor*, didalam *kompresor* uap tersebut dikompresikan dengan temperatur dan tekanan yang tinggi, sehingga uap dari *refrigerant* tersebut mudah dicairkan. Setelah uap keluar dari *kompresor* kemudian dialirkan ke *kondensor*, panas dari *refrigerant* yang keluar dari *kompresor* dibuang keluar dari sistim sehingga *refrigerant* tadi berubah fasa, dari uap panas lanjut menjadi cair jenuh, setelah itu *refrigerant* cair tersebut diturunkan. Maksud dari penurunan tekanan ini agar supaya *refrigerant* dapat menguap pada temperatur rendah. Keluar dari alat ekspansi tekanan *refrigerant* cair kembali masuk ke *evaporator*. Demikian siklus tersebut berulang kembali.

Teori Perhitungan beban pendinginan,

1. Penghuni ruangan	a. beban Sensible	$q_{so} = n \times SHG \times CLF$
	b. beban Latent	$q_{lo} = n \times LHG$
2. Penerangan	beban Sensible	$q_{sl} = \text{input} \times n \times CLF$
3. Peralatan	beban Sensible	$q_{sp} = \text{Heat Gain} \times CLF$
4. Ventilasi	a. beban Sensible	$q_{sv} = 1,23 \times Q \times T$
	a. beban Latent	$q_{lv} = 3010 \times Q \times W$
5. Dinding dan atap		$q = U \times A \times CLTD$
6. Kaca		$q = U \times A \times CLTD$
7. Sinar Matahari		$q = A \times SC \times SHGF \times CLF$ $q = U \times A \times T$

Service load adalah panas lain yang timbul dalam proses operasi pendinginan seperti kipas, operator, udara luar ketika pintu dibuka, motor listrik dan panas infiltrasi dari penyekat dan rak pendingin. Diperkirakan besarnya adalah sekitar 10% dari total konduksi panas, field heat dan panas respirasi. Saluran pendistribusian udara (*Ducting*) berfungsi untuk menyalurkan udara yang telah dikondisikan dari mesin pendingin atau kita sebut juga AHU (*Air Handling Unit*) ke seluruh ruangan. Pemilihan sistim *ducting* baik desain, struktur dan konstruksi harus memperhatikan : 1). Desain Struktur dan

Konstruksi, 2). Khusus untuk ruangan – ruangan tertentu, elemen struktur terdapat di dalamnya hendaknya mempertimbangkan efek jangka panjang yang ditimbulkan dari *tools* pendukung sistem *ducting*, 3). Perancangan sebuah desain diharapkan untuk memungkinkan dilakukannya penggantungan dan penempelan bagian sistem pada konstruksi bangunan

Selain itu *ducting* juga harus memiliki syarat : 1). *Ducting* harus dari bahan yang kuat, 2). Tidak menimbulkan bunyi, 3). Tahanan aliran udara rendah, 4). Tidak terjadi ke bocoran.

Berdasar materialnya, dipasaran terdapat 4 material utama yang banyak digunakan : 1). *Galvanized Steel*, 2). *Polyurethane duct board (Preinsulated aluminium ducts)*, 3). *Fiberglass duct board (Preinsulated non metallic ductwork)*, 4). *Flexible tubing*

Untuk *supply ducting* mempunyai ciri-ciri : 1). Berfungsi untuk mendistribusikan udara dari AHU (*Air Handling Unit*), 2). Dalam perancangan menggunakan metode *Equal Friction*.

$$1. A = \frac{Cfmsa}{Vu}$$

dimana •A = Luas duct (m²)

•Vu = Kecepatan aliran udara (m/s)

•cfmsa = jumlah udara supply (m³/s)

sedangkan *return ducting* mempunyai ciri-ciri :

1. Berfungsi untuk mengalirkan udara balik dari ruangan yang telah dikondisikan kembali ke AHU.

$$2. A = \frac{Cfmra}{Vu}$$

dimana : cfmra = jumlah udara balik (m³/s)

METODOLOGI

Data Perancangan .

Suhu Udara Luar, dari data BMG Indonesia didapat bahwa suhu tertinggi diluar ruangan yang dicapai adalah : 1). Bulan : November 2008; 2). Suhu : 36,2°C atau 97,16 F ; 3). Relative Humidity : 78%, 4). Jam pengukuran : 12 siang

Data beban dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data Beban

	LANTAI	FUNGSI	BEBAN PENDINGIN			
			ORANG	KOMPUTER	PROJEKTOR	LAMPU
RUANG 1	1	LABORATORIUM	21	10	1	8
RUANG 2	1	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 3	1	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 4	1	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 5	1	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 6	1	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 7	2	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 8	2	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 9	2	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 10	2	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 11	2	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 12	2	BELAJAR	21	1	1	8
RUANG 13	2	BELAJAR	21	1	1	8

Sedangkan data ruangan dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Volume Ruangan

	LANTAI	UKURAN RUANGAN				
		P (m)	L (m)	T* (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)
RUANG 1	1	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 2	1	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 3	1	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 4	1	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 5	1	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 6	1	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 7	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 8	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 9	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 10	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 11	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 12	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28
RUANG 13	2	3,9	2,9	2,5	11,31	28,28


Untuk bahan konstruksi dinding tersaji pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Daftar bahan, struktur dan konduktivitas thermal dinding

Struktur Bangunan	No	Bahan	Tebal(m)	Konduktivitas Thermal
	1	Plester	0,015	0,72 W/m K
	2	Batu bata(common brick)	0,10	0,74 W/m K
	3	Plester	0,015	0,72 W/m K
	4	$h_i=h_o$	-	9,8 W/m ² K

Untuk bahan konstruksi lantai dan atap tersaji pada tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Daftar bahan, struktur dan konduktivitas thermal atap dan lantai

Struktur Bangunan	No	Bahan	Tebal (m)	Konduktivitas Thermal
	1	Beton	0,20	0,76 W/m K
	2	Aspal	0,05	0,74 W/m K
	3	$h_i=h_o$	-	9,8 W/m ² K

Untuk bahan konstruksi lantai dan atap tersaji pada tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Daftar bahan, struktur dan konduktivitas thermal Kaca

Bahan	Spesifikasi	Konduktivitas Thermal
Single Glass	Indoor Shade	4,7 W/m ² K

Flow Chart / diagram alir dibawah ini.



PEMBAHASAN / PENGOLAHAN DATA .

Dari perhitungannya maka dapat diambil kesimpulan total beban pendinginan yang harus ditanggung Mesin Pendingin dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 dibawah ini:

Tabel 6. Total Beban Pendinginan Bangunan pada Lantai 1

Item	Kalor Sensibel	Kalor Laten	Satuan
Beban Orang	8,004.00	8,700.00	Watt
Beban Peralatan	7,422.75		Watt
Penerangan	1,747.20		Watt
Beban Infiltrasi-Ventilasi	11,309.63	49,367.42	Watt
Beban Kaca	4,567.37		Watt
Beban Dinding	1,530.91		Watt
Beban Pintu	33.57		Watt
Total Lantai 1	34,615.42	58,067.42	Watt
	118,107.78	198,125.97	Btu/hr

Tabel 7. Total Beban Pendinginan Bangunan pada Lantai 2

Item	Kalor Sensibel	Kalor Laten	Satuan
Beban Orang	10,143.00	11,025.00	Watt
Beban Peralatan	7,243.95		Watt
Penerangan	2,038.40		Watt
Beban Infiltrasi dan Ventilasi	14,332.03	62,560.44	Watt
Beban Kaca	8,650.00		Watt
Beban Dinding	2,999.75		Watt
Beban Pintu	39.16		Watt
Beban Atap	1,880.04		Watt
Total Lantai 2	47,326.33	73,585.44	Watt
	161,477.38	251,073.43	Btu/hr

Effective Room Sensible Heat (ERS_H), untuk *Sensibel Heat* diambil *Safety Factor* = 5% , yang nilainya sebesar : 1). Untuk Lantai 1 = 1,730.77 Watt, 2). Untuk Lantai 2 = 2,366.32 Watt

Sehingga Total Beban Pendinginan Sensibel setelah ditambahkan *Safety Factor* (RSH) sebesar : 1). Untuk Lantai 1 = 36,346.19 Watt atau 124,013.17 Btu/hr, 2). Untuk Lantai 2 = 49,692.65 Watt atau 169,551.25 Btu/hr

1). Kerugian karena kebocoran dan gesekan diassumsikan sebesar = 8%, yang nilainya sebesar : (a). Untuk Lantai 1 = 2.907.70 Watt. (b). Untuk Lantai 2 = 3,975.41 Watt; Sehingga didapatkan ERS_H : (a). Untuk Lantai 1 = 39,253.89 Watt, (b). Untuk Lantai 2 = 53,668.06 Watt

2). *Effective Room Latent Heat* (ERL_H), untuk Latent Heat diambil *Safety Factor* = 5%, yang nilainya sebesar : (a). Untuk Lantai 1 = 2.903.37 Watt, (b). Untuk Lantai 2 = 3,679.27 Watt. Sehingga Total Beban Pendinginan Laten setelah ditambahkan *Safety Factor* (RLH) sebesar : (a). Untuk Lantai 1 = 60,970.79 Watt, (b). Untuk Lantai 2 = 77,264.71 Watt

3). Kerugian karena kebocoran diassumsikan sebesar = 8%, yang nilainya sebesar : (a). Untuk Lantai 1 = 4,877.66 Watt, (b). Untuk Lantai 2 = 6,181.18 Watt. Sehingga didapatkan ERL_H : (a). Untuk Lantai 1 = 65,848.45 Watt, (b). Untuk Lantai 2 = 83,445.88 Watt

4). *Effective Room Total Heat* didapat sebagai berikut : (a). Untuk Lantai 1

$$\begin{aligned} \text{ERTH}_1 &= \text{ERSH}_1 + \text{ERLH}_1 \\ &= 105,102.34 = \frac{105,102.34}{3,517} \\ &= 29.88 \text{ TR (Tons Refrigerant)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b). Untuk Lantai 2} \\ \text{ERTH}_2 &= \text{ERSH}_2 + \text{ERLH}_2 \\ &= 137,113.94 \text{ Watt} = 38.99 \text{ TR} \end{aligned}$$

(*Tons Refrigerant*)

5). Untuk perhitungan Faktor Panas Sensibel (RSHF) : (a). Lantai 1 = $\frac{\text{RSH}}{\text{RTH}}$

$$= \frac{36,346.19}{160,970.79} = 0.373$$

$$\begin{aligned} \text{(b). Lantai 2} &= \frac{\text{RSH}}{\text{RTH}} \\ &= \frac{49,692.65}{177,264.71} = 0.391 \end{aligned}$$

6). Untuk, perhitungan Faktor Efektif Panas Sensibel (ESHF) :

$$\begin{aligned} \text{(a). Lantai 1} &= \frac{\text{ERSH}}{\text{ERSH} + \text{ERLH}} \\ &= \frac{39,253.89}{39,253.89 + 65,040.45} = 0.37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b). Lantai 2} &= \frac{\text{ERSH}}{\text{ERSH} + \text{ERLH}} \\ &= \frac{53,668.06}{53,668.06 + 83,445.88} = 0.391 \end{aligned}$$

7). Jumlah udara total yang keluar saluran (Supply Air Quantity)

$$\begin{aligned} \text{(a). Lantai 1} &= \frac{\text{RSH}}{1.08 \times \Delta t} = 5,695.78 \text{ Cfm} \\ \text{(b). Lantai 2} &= \frac{\text{RSH}}{1.08 \times \Delta t} = 7,787.30 \text{ Cfm} \end{aligned}$$

Dimensi Pipa Ducting, diasumsikan *Friction Loss*, 0,3 Pa/m, dari data diperoleh : 1). Lantai 1, Diameter Duct : ± 800 mm, Kecepatan Udara ± 5 m/s, Dari ukuran Rectangular Ducting : P = 1,000 mm dan T = 550 mm. Perbandingan jumlah ruangan yang disupply antara arah Barat dan Utara = 3 : 3, sehingga ukuran ducting = 800 x 3/6 = 400 mm baik arah barat dan utara, 2). Lantai 2, Diameter Duct : ± 900 mm, Kecepatan Udara ± 5,5 m/s, Dari ukuran Rectangular Ducting : P = 1,300 mm dan T = 550 mm. Perbandingan jumlah ruangan yang diberikan antara arah Barat dan Utara = 4 : 3, sehingga ukuran ducting untuk arah barat = 900 x 4/7 = 514.3 mm dan utara = 385.7 mm.

Berdasarkan perhitungan diatas maka untuk lantai 1 kita dapat analisa dibutuhkan mesin pendingin udara yang mampu menangani kriteria beban sebagai berikut : 1). Total Heat sebesar 29,88 TR, 2). Udara suplay sebesar atau 5.695,78 cfm

Maka dipilih Mesin Pendingin (AHU) dengan merk Carrier type **40RM-034--B5O1GC** dengan spesifikasi sebagai berikut : 1). Kemampuan pendinginan 30 TR dan 2). Kemampuan supply udara : 12.000 cfm

Sedangkan untuk lantai 2 berdasarkan perhitungan diatas maka dibutuhkan mesin pendingin udara yang mampu menangani kriteria beban sebagai berikut : 1). Total Heat sebesar 38.99 TR , dan 2). Udara suplay sebesar atau 7.783,3 cfm

Maka dipilih Mesin Pendingin (AHU) dengan merk Carrier type **40RM-024--B5O1GC** dengan spesifikasi sebagai berikut : 1). Kemampuan pendinginan 20 TR ; 2). Kemampuan supply udara : 12.000 cfm, 3). Jumlah 2 unit

SIMPULAN

Dari hasil peancangan untuk Gedung belajar di GOETHE tersebut, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : 1). Sistim pendinginan menggunakan udara atau AHU (Air Handling Unit), 2). Temperatur ruangan yang dirancang adalah 25°C dengan kelembaban 50%, 3a). Untuk perhitungan Lantai 1, didapatkan Beban Pendingin sebesar 29,88 TR dan Suplay udara sebesar 5.695,78 cfm, 3b). Untuk perhitungan Lantai 2, didapatkan Beban Pendingin sebesar 38,99 TR dan suplay udara sebesar 7.787,3 cfm, 4). Menggunakan 3 unit Mesin Pendingin, dimana 1 unit untuk Lantai 1 dan 2 unit untuk Lantai 2, 5). Dipilih Mesin Pendingin merk **Carrier** buatan Amerika dengan type **40RM-034--B5O1GC** untuk Lantai 1 dan type **40RM-024--B5O1GC** untuk Lantai 2.

DAFTAR PUSTAKA.

- W.F. Stoecker and J.W. Jones, *Refrigeration and Air Conditioning*, cetakan kedua 1989, penerbit Erlangga, Jakarta, 1994
- Wiranto Arismunandar dan Heizo Saito, *Penyegaran Udara*, cetakan kelima, penerbit PT. Pradnya Paramita (persero), Jakarta, 1995
- Sheet Metal dan Air Conditioning Contractors' National Association, *HVAC systems Duct Design*, cetakan ketiga, penerbit SMACNA, Virginia-Amerika, 1990

Trane, *Cooling Load Estimate*, cetakan pertama, The Trane Company, Wisconsin-Amerika, 1979

Carrier, *Handbook of Air Conditioning System Design*, cetakan pertama, Carrier corporation, 1995

American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioner Engineers, ASHRAE HANDBOOK 1981 FUNDAMENTAL, volume I, Circle, N.E., Atlanta-Amerika, 1981

American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioner Engineers, ASHRAE HANDBOOK 1993 FUNDAMENTAL, SI Edition, Atlanta-Amerika, 1993

Badan Meterologi dan Geofisika Jakarta Utara.