

ANALISIS BEBAN PENDINGIN PADA RUANGAN DATA CENTER / SERVER PT X DI JAKARTA

Harwan Ahyadi ¹⁾, Djoko Suprijatmono²⁾ Tri Bakti Pertiwi ²⁾
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains dan Teknologi Nasional
JI Moh khafi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia
E-mail: harwan_achyadi@istn.ac.id ; djokojte@gmail.com

ABSTRAK

Ruangan Data Center/server adalah tempat yang di gunakan untuk fasilitas penempatan kumpulan server atau sistem komputer dan sistem penyimpanan data (storage) yang di kondisikan dengan pengatur udara, di rekomendasikan pengaturan suhu sebesar 15° C s/d 25° C dengan kelembaban 55 % , hal ini sangat penting untuk menjaga umur peralatan server agar lebih awet dan tahan lama.

Ruang Data Center/Server PT X yang berlokasi di Gedung Summitmas II terletak di Jakarta, dengan letak geografis adalah 6° Lintang selatan, posisi gedung arah barat laut, dan luas ruangan sebesar 1132,23 ft² yang mana ruangan data center tersebut berada di dalam gedung yang sudah di kondisikan udaranya. Tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu untuk memperoleh hasil hitungan yang maksimal dalam mencegah beban pendinginan yang kurang akibat penambahan jumlah dan replace peralatan IT di ruang data center PT X.

Dari hasil rancangan perhitungan dan plot pada diagram psikometrik didapatkan beban puncak sebesar 387.993,83 Btu/hr atau 113,71 kW pada pukul 16:00 Wib dengan menggunakan PAC (Precision Air Conditioning) dengan Tipe GEA Denco T Range DX A model 73, sebanyak 3 unit sebagai mesin pengkondisi udaranya.

Kata kunci : Data Center, Analisa Beban pendingin, Alat pendingin

1. PENDAHULUAN

Tata udara merupakan pengatur suhu udara pada ruangan sehingga mendapatkan temperature udara yang sesuai dan mencapai suhu dibawah suhu lingkungan, kegunaan mesin pendingin selain untuk kenyamanan orang bekerja di dalam ruangan, di samping itu ada proses pendinginan yang di gunakan untuk Data Center, pendinginan dalam bentuk server dan perangkat IT. Data Center merupakan tempat penyimpanan data-data perusahaan. Pendinginan yang tidak mencukupi akan mengurangi umur dari peralatan IT tersebut. Pada sebuah rack server panas di produksi

dari pemakaian energy listrik yang di konsumsi oleh peralatan IT. Sekitar 90% energy listrik yang di gunakan untuk menyalakan peralatan IT akan di konversikan menjadi panas. Jika panas ini tidak tersirkulasikan dengan benar maka akan menimbulkan kerusakan pada system kabinet data center.

Saat ini beban pendingin atau spesifikasi mesin pendingin yang ada di ruang data center PT X yang berlokasi di Gedung Summitmas II, perlu dikaji ulang terhadap distribusi udara dingin dalam ruangan di karenakan perkembangan yang terjadi pada perusahaan X semakin

meningkat baik adanya pengadaan jumlah dan replace perataan IT untuk pembukaan dan pengembangan bisnis-bisnis baru dan oleh karena itu untuk mencegah terjadinya kekurangan beban pendingin, sehingga suhu ruangan data center tidak dapat tercapai maka perlu di lakukan analisis terhadap beban pendingin ruangan Data Center tersebut, sehingga dapat sesuai dengan keinginan.

Peralatan IT mempunyai ambang batas suhu maksimal perangkat yaitu tidak lebih dari 30 C° dan suhu ruangan perangkat yang di isyaratkan yaitu sebesar 22 C° dengan kelembaban relative 35% ± 10%, sehingga perangkat IT dalam kondisi aman dan dapat beroperasi selama 24 jam. Oleh karena itu yang terjadi pada ruangan data center pada PT X, jika dengan adanya pengadaan penambahan jumlah dan replace peralatan IT, tidak di lakukan analisis beban pendingin, dapat di khawatirkan merusak peralatan IT di kemudian hari dan dapat mencegah terjadinya kekurangan beban pendingin, dan mendapatkan spesifikasi rancangan mesin pendingin yang sesuai.

Penelitian ini bertujuan untuk dapat memperoleh hasil hitungan yang maksimal dengan standar beban pendingin yang di pakai, apakah masih mencukupi atau tidak dalam mencegah beban pendingin yang kurang dan dapat di lakukan perencanaan ulang perancangan ulang untuk mendapatkan spesifikasi alat yang sesuai pada sistim pendingin dengan beban pendingin yang sesuai dengan perencanaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ruang Data Center/Server.

Ruangan Data Center/server adalah tempat yang di gunakan untuk fasilitas penempatan kumpulan server atau sistem komputer dan sistem penyimpanan data (*storage*) yang di kondisikan dengan pengatur udara. Ruangan ini sangat diperlukan kondisi pendinginan yang baik agar mesin server dapat bekerja dengan baik. Hal ini sangat diperlukan perhitungan serta analisi yang tepat dalam pemilihan sistim pendingin.

Sistim Pengkondisian Udara

pengkondisian udara ini diperlukan untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusiannya sehingga udara dalam ruangan atau gedung dapat terjaga kualitas nya dan mencapai kondisi nyaman bagi orang yang berada diruangan tersebut

Pengkondisian udara pada umumnya di bagi menjadi dua golongan utama yaitu :

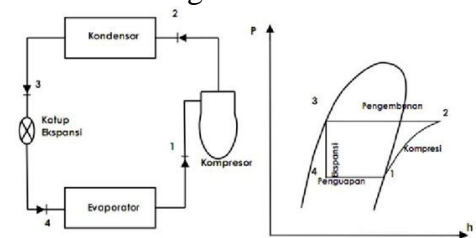
- a) Sistem pengkondisian udara untuk kenyamanan.
Menyegarkan udara dari ruangan untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
- b) Sistem pengkondisian udara untuk industri.

Proses pengkondisian udara yang ada pada ruangan (dengan temperatur dan kelembaban lingkungan) akan dihisap oleh alat pengkondisi udara untuk kemudian udara ruangan yang dihisap akan dicampur dengan udara luar, dan akan di dinginkan oleh koil pendingin, sehingga diperoleh temperatur udara sesuai dengan yang dikehendaki. Udara yang telah dikondisikan akan menyerap kalor sensibel dan kalor laten yang ada didalam ruangan. Dalam hal ini kalor sensibel dan kalor laten merupakan beban kalor ruangan.

Komponen – komponen utama sistem pendingin biasanya terdiri dari sebagai berikut:

1. Kompresor
2. Kondensor
3. Alat ekspansi (pipa kapiler)
4. Evaporator

Keempat komponen di atas merupakan komponen Mesin refrigerasi Kompresi Uap, adapun siklus kerja mesin refrigerasi kompresi uap seperti di gambarkan pada Skematik dan diagram P-h di bawah ini :



Gambar 1. Siklus pendingin

Dari gambar 1 siklus pendingin dapat disajikan dalam beberapa proses antara lain:

1. Proses 1-2: refrigeran meninggalkan evaporator dalam wujud uap jenuh dengan temperatur dan tekanan rendah, kemudian di Kompresikan dengan tekanan yang tinggi (tekanan kondensor). Proses kompresi ini berlangsung secara isentropik (adiabatik reversibel).

2. Proses 2-3: setelah mengalami proses kompresi, refrigeran berada dalam fase panas lanjut dengan tekanan dan temperatur tinggi dan masuk bagian kondesor, refrigeran akan membuang panas ke lingkungan sehingga temperatur turun dan menjadi cair.

3. Proses 3-4: refrigeran dalam wujud cair jenuh bertekanan tinggi mengalir melalui alat ekspansi dan terjadi proses ekspansi dimana tekanan refrigeran akan di turunkan melalui proses tersebut dan kemudian masuk ke dalam evaporator.

4. Proses 4-1: refrigeran yang keluar dari ekspansi mempunyai temperatur yang rendah. Refrigeran tersebut akan masuk ke evaporator untuk menyerap kalor dari ruangan yang akan didinginkan. Proses penyerapan kalor menyebabkan temperatur refrigeran naik dan berubah menjadi uap. Selanjutnya refrigeran berfasa uap akan masuk kembali ke kompresor.

Perhitungan Beban Pendingin

Dalam analisis beban pendingin data center /server PT XX, adapun tahapan untuk perhitungan cooling load yaitu dengan menghitung beban eksternal dan internal.

Beban Eksternal

Beban Eksternal ini adalah beban yang berasal dari luar ruangan yang di kondisikan atau yang berhubungan langsung dengan lingkungan yang terdiri dari beban dinding, beban atap, beban kaca, beban pintu, dan beban lantai.

Aliran kalor secara konduksi melalui atap, dinding partisi, lantai, pintu dan kaca dapat dinyatakan dengan hubungan :

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

Dimana :

q = Beban pendinginan dinding secara konduksi, (Btu/hr)

U =Koefisien perpindahan kalor untuk dinding, (Btu/hr.ft².°F)

A = Luas permukaan dinding, (ft²)

ΔT=(T_o-T_r)=Perbedaan temperatur antara perancangan (Tr) dengan ruang bersebelahan (T_o), (°F)

Beban Radiasi Kaca

Beban Pendinginan akibat radisi melalui kaca dapat di selesaikan dengan persamaan :

$$q = A \times SC \times SHGF_{max} \times CLF \quad (2)$$

Dimana :

q = Beban pendingin kaca melalui radiasi, (Btu/hr)

A = Luas permukaan kaca, (ft²)

SC= *Shading Coefficient* untuk tipe-tipe kaca (*Table 3.18 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979*)

SHGF = *Solar Heat Gain Factor* (*Table 3.25 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979*)

CLF= *Cooling Load Factor* (*Table 3.27 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual*)

Beban Internal

Beban Internal adalah beban pendinginan yang berasal dari dalam ruangan data center yang dikondisikan atau yang tidak berhubungan langsung dengan lingkungan. Beban internal terdiri dari beban penghuni (manusia), beban penerangan (lampu), dan beban peralatan.

Beban Penghuni (manusia)

Untuk mengetahui beban penghuni kita dapat menggunakan persamaan :

$$qs = n \times Sens. HG \times CLF \quad (3)$$

$$ql = n \times Lat. HG \quad (4)$$

Dimana :

qs = Beban sensible, (Btu/hr)

ql = Beban latent, (Btu/hr)

n = Jumlah orang

Sens.HG= *Sensibel Heat Gain (Table 4.5 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979).*

Lat. HG= *Laten Heat Gain (Table 4.5 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979).*

CLF = *Cooling Load Factor (Table 4.6 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979.)*

Beban Penerangan

Besarnya beban lampu dapat di hitung sesuai dengan pemakaian pada ruangan server tersebut adalah :

$$q = 3, \times q_i \times F_u \times F_s \times CLF \quad (5)$$

Dimana :

q = Beban pendingin penerangan, (Btu/hr).

q_i = Daya input total lampu, (Btu/hr).

F_u = Faktor dari lampu yang menyala, (F_u = 1 karena seluruh lampu menyala).

F_s = *Ballast factor, (Table 4.1 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual).*

CLF = *Cooling Load Factor (Table 4.2-4.4 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual).*

Beban Peralatan

Peralatan yang dapat menjadi beban pada ruangan data center / server antara lain adalah perangkat server itu sendiri, router, switch, UPS, IT Trasformer, komputer dan perangkat lainnya, peralatan ini akan memberikan beban pendinginan sensibel. Besar beban peralatan sebanding dengan konsumsi daya masing-masing alat. Menurut Bufford (2009) disipasi kalor yang di hasilkan peralatan server dapat di katakan sama dengan besarnya daya masukan. Hal yang sama di katakan oleh Cullen dan Evans (2004), di mana dinyatakan bahwa lebih dari 99% energy yang masuk ke peralatan server di konversikan menjadi panas. Dengan demikian untuk mengetahui besarnya beban peralatan server, perlu diketahui lebih dahulu spesifikasi peralatan.

Beban Infiltrasi

Beban infiltrasi adalah beban yang di sebabkan oleh masukan udara luar ke dalam ruangan tanpa di sengaja melalui celah-celah atau bukaan –bukaan yang ada pada dinding, jendela, pintu dll. Besarnya beban kalor dalam satuan watt akibat infiltrasi udara luar ke dalam ruangan dapat di hitung dengan :

$$q_{\text{sensible}} = 1,1 \times CFM \times \Delta T \quad (6)$$

$$q_{\text{laten}} = 4840 \times CFM \times \Delta W \quad (7)$$

Dimana :

q_s = Laju perpindahan kalor sensibel udara infiltrasi, (Btu/hr)

q_l = Laju perpindahan kalor laten udara infiltrasi, (Btu/hr)

ΔT = Perbedaan temperatur udara luar dan temperature rancangan, (°F)

ΔW = Perbedaan rasio kelembaban antara udara luar dan udara dalam ruangan

$$CFM = ACH \times Volume \text{ (ft}^3\text{)} / 60$$

CFM = *Air Conditioning Principles and Systems*, Edward G. Pita, hal 156

Beban Ventilasi

Beban ventilasi adalah beban yang di sebabkan oleh masuknya udara luar ke dalam ruangan dengan di sengaja untuk mempertahankan kesegaran udara ruangan dan menjaga ruangan tak berbau. Debit udara ventilasi akan sebanding dengan jumlah penghuni yang ada di dalamnya dan jenis kegiatanyang di lakukan oleh penghuni. Besarnya beban kalor dalam satuan watt akibat ventilasi udara luar ke dalam ruangan dapat di hitung dengan :

$$q_{\text{sensible}} = 1,1 \times Q \times \Delta T \quad (8)$$

$$q_{\text{laten}} = 4840 \times Q \times \Delta W \quad (9)$$

Dimana :

q_s = Laju perpindahan kalor sensibel udara ventilasi, (Btu/hr)

q_l = Laju perpindahan kalor laten udara ventilasi, (Btu/hr)

Q = Volume aliran udara, (CFM)

ΔT = Perbedaan temperatur udara luar dan temperature rancangan, ($^{\circ}F$)

ΔW = Perbedaan rasio kelembaban antara udara luar dan udara dalam ruangan

Beban Pendinginan Total

Beban pendinginan total merupakan penjumlahan dari beban sensibel dan beban laten yang terdiri dari beban eksternal, beban internal, dan beban ventilasi serta infiltrasi.

Beban Sensibel Total Ruang

Beban total ruangan yang didapatkan terdiri atas beban kalor sensibel ruangan (RSHG) dan beban laten ruangan (RLHG) yang masing-masing diperoleh dari penjumlahan total beban internal dan beban eksternal. Beban sensibel ruangan terdiri dari :

$$RSHG = \text{Kalor dinding} + \text{kalor atap} + \text{kalor kaca} + \text{kalor lantai} + \text{kalor sensibel penghuni} + \text{kalor penerangan} + \text{kalor sensibel peralatan.} \quad (10)$$

Beban Laten Total Ruang

Beban laten ruangan terdiri dari :

$$RLHG = \text{Kalor laten orang} + \text{kalor laten peralatan} \quad (11)$$

Beban Udara Luar

Beban yang diakibatkan oleh udara luar terdiri atas dua komponen, yaitu:

1. Komponen sensibel, dikenal sebagai outdoor air sensible heat (OASH)
2. Komponen laten, dikenal sebagai outdoor air latent heat (OALH)

Penjumlahan komponen beban sensibel dan laten udara luar dikenal dengan outdoor air total heat (OATH). Besarnya komponen beban sensibel udara luar (dalam satuan watt) sebanding dengan selisih temperatur dan rasio kelembaban antara udara luar dengan udara ruangan, dan dapat dinyatakan dengan:

$$OASH=1.23xQ_{OAx}(t_{OA}- t_{RA}) \quad (12)$$

$$OALH=3.01x Q_{OAx} (w_{OA}- w_{RA}) \quad (13)$$

Dimana,

Q_{OA} = debit udara luar, (LPS)

t_{OA} = temperatur udara luar, ($^{\circ}C$)

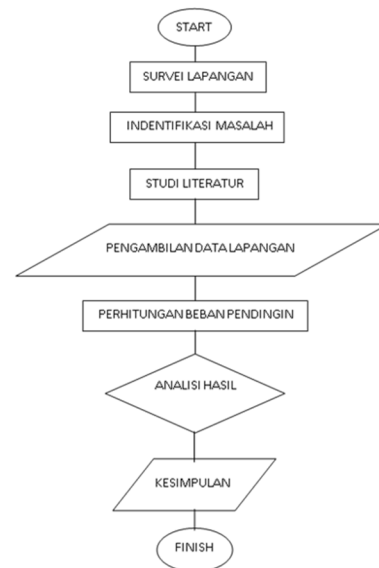
t_{RA} = temperatur udara ruangan, ($^{\circ}C$)

w_{OA} = rasio kelembaban udara luar, (kg uap air/kg udara kering)

w_{RA} = rasio kelembaban udara ruangan, (kg uap air/kg udara kering)

3. METODOLOGI

Dibawah ini disajikan diagram alir penelitian gambar-2 yang dikandung masud untuk memperjelas proses penelitian.



Gambar -2 Diagram alir penelitian

Data-data penelitian :

Temperatur udara ruangan dta center= 22 $^{\circ}C$ /71,6 $^{\circ}F$ dan Kelembaban relative = 40%,

Letak geografis gedung = 6 $^{\circ}$ Lintang selatan,

Posisi gedung arah barat laut

Temperaer udara luar = 34 $^{\circ}C$ /RH 55 %.

Perhitungan Beban-beban pendingin

Beban pendinginan pada ruangan data center/server PT XX di hitung dengan terlebih dahulu mengelompokannya dalam jenis beban internal dan beban eksternal.

Beban Eksternal

Beban Eksternal terdiri atas beban konduksi dinding, lantai, atap, kaca, infiltrasi dan ventilasi.

Beban Dinding

Untuk menghitung beban dinding di perlukan data koefisien perpindahan kalor dinding (U), luas permukaan dinding dan nilai dari (ΔT) perbedaan temperature di karenakan suhu ruangan sudah terkondisikan (berada di dalam gedung), perhitungan dilakukan dengan rumus -1, adapun hasil hitungannya dapat dilihat dalam bentuk table.1s/d table-3 :

Tabel 1. Tabel beban dinding partisi

Jam 14.00										
No	Dinding Partisi	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Barat	37	18	0.29	419.362	76.82	72.86	3.96	481.595	
	Timur	37	18	0.29	511.457	76.82	72.86	3.96	587.357	
	Selatan	37	18	0.29	186.259	76.82	72.86	3.96	213.9	
	Utara	37	18	0.29	315.856	76.82	72.86	3.96	362.729	
TOTAL										1645.58

Tabel 2. Tabel beban dinding partisi

Jam 15.00										
No	Atap	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Area 1	40	18.6	0.15	591.423	78.8	72.86	5.94	526.958	
	Area 2	40	18.6	0.15	126.626	78.8	72.86	5.94	112.824	
	Area 3	40	18.6	0.15	414.184	78.8	72.86	5.94	369.038	
TOTAL										1008.82

Tabel 3. Tabel beban dinding partisi

Jam 16.00										
No	Lantai	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Area 1	37	17	0.25	591.423	77.36	71.6	5.76	851.649	
	Area 2	37	17	0.25	126.626	77.36	71.6	5.76	182.341	
	Area 3	37	17	0.25	414.184	77.36	71.6	5.76	596.425	
TOTAL										1630.42

Dari hasil tabel di atas bahwa untuk beban tertinggi pada atap yaitu pada pukul 16.00 Wib dengan nilai **1.375,66 (Btu/hr)**.

Beban Atap

Untuk menghitung beban sensibel atap dapat di peroleh dengan menghitung dengan rumus -1 dimana jumlah luas atap dengan nilai koefisien perpindahan kalor

atap dan perbedaan temperature di karenakan posisi ruangan data center berada di dalam gedung dan tidak terkena langsung sinar matahari. Adapun hasil perhitungannya disajikan dalam bentuk table-4 s/d table -6.

Tabel 4. Tabel beban atap

Jam 14.00										
No	Atap	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Area 1	39.3	18	0.15	591.423	77.9	72.86	5.04	447.116	
	Area 2	39.3	18	0.15	126.626	77.9	72.86	5.04	95.7293	
	Area 3	39.3	18	0.15	414.184	77.9	72.86	5.04	313.123	
TOTAL										855.968

Tabel 5. Tabel beban atap

Jam 15.00										
No	Atap	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Area 1	40	18.6	0.15	591.423	78.8	72.86	5.94	526.958	
	Area 2	40	18.6	0.15	126.626	78.8	72.86	5.94	112.824	
	Area 3	40	18.6	0.15	414.184	78.8	72.86	5.94	369.038	
TOTAL										1008.82

Tabel 6. Tabel beban atap

Jam 16.00										
No	Atap	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Area 1	39.8	17	0.15	591.423	79.7	71.6	8.1	718.579	
	Area 2	39.8	17	0.15	126.626	79.7	71.6	8.1	153.851	
	Area 3	39.8	17	0.15	414.184	79.7	71.6	8.1	503.234	
TOTAL										1375.66

Dari hasil tabel di atas bahwa untuk beban tertinggi pada atap yaitu pada pukul 16.00 Wib dengan nilai **1.375,66 (Btu/hr)**.

Beban Lantai

Untuk menghitung beban sensibel lantai dapat di peroleh dengan menghitung jumlah luas lantai dengan nilai koefisien perpindahan kalor lantai dan perbedaan temperature ruangan data center. Adapun hasil perhitungan beban lantai disajikan dalam tabel-4 s/d table-6

Tabel 4. Tabel beban lantai

Jam 14.00										
No	Lantai	RH	RH Server	U	A	T ₀	T ₁	ΔT	Q	
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)	
1	Area 1	37	18	0.25	591.423	76.82	72.86	3.96	585.509	
	Area 2	37	18	0.25	126.626	76.82	72.86	3.96	125.36	
	Area 3	37	18	0.25	414.184	76.82	72.86	3.96	410.042	
TOTAL										1120.91

Tabel 5. Tabel beban lantai

Jam 15.00									
No	Lantai	RH	RH Server	U	A	T _o	T _i	ΔT	Q
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)
1	Area 1	39	18.6	0.25	591.423	77	72.86	4.14	612.123
	Area 2	39	18.6	0.25	126.626	77	72.86	4.14	131.058
	Area 3	39	18.6	0.25	414.184	77	72.86	4.14	428.68
TOTAL									1171.86

Tabel 6. Tabel beban lantai

Jam 16.00									
No	Lantai	RH	RH Server	U	A	T _o	T _i	ΔT	Q
	Orientasi	(%)	(%)	(Btu/Hr.ft ² .°F)	(ft ²)	(°F)	(°F)		(Btu/Hr)
1	Area 1	37	17	0.25	591.423	77.36	71.6	5.76	851.649
	Area 2	37	17	0.25	126.626	77.36	71.6	5.76	182.341
	Area 3	37	17	0.25	414.184	77.36	71.6	5.76	596.425
TOTAL									1630.42

Dari hasil tabel di atas bahwa untuk beban tertinggi pada lantai yaitu pada pukul 16.00 Wib dengan nilai **1.630,42 (Btu/hr)**.

Beban Pintu.

Untuk menghitung beban pintu, adapun persamaan yang di pakai adalah :

$$q_{\text{pintu}} = U_p \times A_p \times \Delta T_p$$

Dimana :

$U_1 = 0,42 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F}$ (ASHRAE tabel 3.6 hal 3.14)

$A_1 = 8,3 \text{ Ft}^2$ (Luas lantai ruangan data center)

$\Delta T_1 = 3,96 \text{ °F}$ (Pukul 14.00)

$= 4,14 \text{ °F}$ (Pukul 15.00)

$= 5,76 \text{ °F}$ (Pukul 16.00)

$$q_{\text{pintu}} = 0,42 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F} \times 8,3 \text{ Ft}^2 \times 3,96 \text{ °F} = 13,80 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{\text{pintu}} = 0,42 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F} \times 8,3 \text{ Ft}^2 \times 4,14 \text{ °F} = 14,43 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{\text{pintu}} = 0,42 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F} \times 8,3 \text{ Ft}^2 \times 5,76 \text{ °F} = 20,07 \text{ (Btu/hr)}$$

Dari perhitungan tersebut nilai tertinggi untuk beban pintu adalah pada pukul 16.00 Wib yaitu : **20,07 (Btu/hr)**

Beban Konduksi Kaca.

Untuk perhitungan beban konduksi kaca ruangan data center / server tidak menggunakan CLTD dikarenakan suhu temperature telah di kondisikan, adapun

menggunakan persamaan rumus di bawah ini :

$$q_{\text{kaca}} = U_k \times A_k \times \Delta T_k$$

Dimana :

$U_1 = 1,04 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F}$ (ASHRAE tabel 3.14a hal 3.24)

$A_1 = 93 \text{ Ft}^2$ (Luas kaca ruangan data center)

$\Delta T_1 = 3,96 \text{ °F}$ (Pukul 14.00)

$= 4,14 \text{ °F}$ (Pukul 15.00)

$= 5,76 \text{ °F}$ (Pukul 16.00)

$$q_{\text{kaca}} = 1,04 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F} \times 93 \text{ Ft}^2 \times 3,96 \text{ °F} = 383,01 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{\text{kaca}} = 1,04 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F} \times 93 \text{ Ft}^2 \times 4,14 \text{ °F} = 400,42 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{\text{kaca}} = 1,04 \text{ Btu/hr.ft}^2 \cdot \text{°F} \times 93 \text{ Ft}^2 \times 5,76 \text{ °F} = 557,11 \text{ (Btu/hr)}$$

Dari perhitungan tersebut nilai tertinggi untuk beban kaca adalah pada pukul 16.00 Wib yaitu : **557,11 (Btu/hr)**

Beban Radiasi Kaca

Untuk mengetahui beban radiasi kaca kita dapat menggunakan persamaan rumus (2) :

$$q = A \times SC \times SHGF_{\text{max}} \times CLF$$

Dimana :

$A = 93 \text{ Ft}^2$ (Luas kaca sisi barat ruangan data center)

$SC = 0,95$ (ASHRAE tabel 3.18 hal 3.31 single glass + clear)

$SHGF = \text{ASHRAE tabel 3.25 hal 3.35 latitude } 8^{\circ} \text{ bulan Mei}$

a. Utara = 74

b. Timur = 209

c. Selatan = 38

d. Barat = 198

$CLF = \text{ASHRAE tabel 3.27 hal 3.38 without interior shading jam 16.00.}$

a. Utara = 0,74

b. Timur = 0,26

c. Selatan = 0,47

d. Barat = 0,50

Maka beban radiasi melalui kaca sebelah barat pada ruangan data center / server sebesar :

$$q = 93Ft^2 \times 0,95 \times 198 \times 0,50 = 8.746,65 \text{ (Btu/hr)}$$

Beban Internal

Beban internal terdiri dari beban penghuni (manusia), beban penerangan (lampu), dan beban peralatan. Berikut merupakan perhitungannya :

Beban Penghuni (Manusia)

Untuk mengetahui beban penghuni kita dapat menggunakan persamaan rumus (3) dan (4) :

$$q_s = n \times Sens. HG \times CLF$$

$$q_l = n \times Lat. HG$$

Dimana :

n = 5 (jumlah orang pada ruangan data center)

Sens.HG = 255 (ASHRAE tabel 4.5 hal 4.5 – seated, light work, typing)

Lat.HG = 255 (ASHRAE tabel 4.5 hal 4.5 – seated, light work, typing)

CLF = 0,12 (ASHRAE tabel 4.6 hal 4.6 – total 8 jam pada jam 16.00)

Maka beban penghuni pada ruangan data center / server sebesar :

$$q_{sensible} = 5 \times 255 \times 0,12 = 153 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{latent} = 5 \times 255 = 1.275 \text{ (Btu/hr)}$$

Sehingga kalor total manusia = kalor sensibel manusia + kalor laten manusia.

$$\text{Kalor total manusia} = 153 \text{ (Btu/hr)} + 1.275 \text{ (Btu/hr)} = 1.428 \text{ (Btu/hr)}$$

Beban Penerangan (Lampu)

Jenis lampu yang di gunakan pada ruangan data center / Server dapat dilihat pada table 7

Tabel: 7 Jenis lampu

Ruangan Server	Jenis Lampu	Jumlah Lampu	Daya Lampu (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
Lampu Kamp Reflektor TL LED Toshiba	Neon	88	36	3168

Untuk mengetahui beban penerangan (lampu) kita dapat menggunakan persamaan rumus (5) :

$$q = 3,41 \times q_i \times Fu \times Fs \times CLF$$

Dimana :

qi = 3168 Watt = 10809,664 (Btu/hr) (total daya input penerangan pada ruangan data center / server pada tabel 3.12)

Fu = 1 (kondisi lampu menyala)

Fs = 1,2 (ASHRAE tabel 4.1 hal 4.1 – 2 lampu per fitting 36 Watt)

CLF = 0,92 (ASHRAE tabel 4.2 - 4.4 – untuk kerja selama 16 jam)

Maka beban penerangan (lampu) pada ruangan data center /server sebesar :

$$q_{lampu} = 3,41 \times 1.0809,664 \text{ (Btu/hr)} \times 1 \times 1,2 \times 0,92 = 3.7472 \text{ (Btu/hr)}$$

Beban Peralatan

Jenis peralatan yang ada di ruangan data center /server tersaji pada table -7

Tabel 10. Tabel beban peralatan IT (existing)

No	Jenis peralatan	Jumlah	Daya Input	Total Daya
			(Watt)	(Watt)
Rack 1 (4 Unit)				
1	Power Edge R610	1	1434	1434
2	Hp DL580 G5	4	5648	22592
3	Hp DL380 G6	7	1006	7042
4	Hp DL380 G9	1	1600	1600
5	Sun Switch DCX 8510-4	3	5073	15219
6	IBM Blade Center	1	9600	9600
Rack 2 (6 Unit)				
7	DS 4246 NettApp	2	1160	2320
8	DS 4243 NettApp	15	1160	17400
9	DS 2246 NettApp	1	1500	1500
Rack 3 (3 Unit)				
10	Hp DL380 Gen 9	4	1600	6400
11	Hp DL580 Gen 9	4	5280	21120
12	Core Switch	1		
13	Hp Swicth Lan	2	165	330
14	Switch 3 Com 4210	2	1100	2200
Rack 4 (4 Unit)				
15	Hp DL580 Gen 9	6	1400	8400
16	IBM X3850 X5	6	3950	23700
17	DS 2246 NettApp	8	1500	12000
18	FAS 6040	1	2128	2128
19	DS 4246 NettApp	2	1160	2320
Rack Cable				
20	Hp Swicth Lan	9	165	1485
21	Hp Swicth Lan / Sisco	18	1760	31680
22	Monitor Dell	4	12	48
UPS				
23	MASTERYS MC 80 KVA SOCOMEC	6	7200	43200
24	IT Transformer 5 KVA	6	4000	24000
			TOTAL DAYA (Watt)	257718

Tabel 11. Tabel beban penambahan peralatan IT

No	Jenis peralatan	Jumlah	Daya Input	Total Daya
			(Watt)	(Watt)
Rack 5 (3 Unit)				
1	Overland	2	330	660
2	Lenovo System X3850 X5	4	3950	15800
3	IBM Blade Center	2	9600	19200
4	Sun Switch DCX 8510-4	4	5073	20292
Rack 6 (4 Unit)				
5	Hp DL380 G9	3	1600	4800
6	Hp DL580 Gen 9	6	5280	31680
7	DS 4246 NettApp	2	1160	2320
8	DS 2246 NettApp	4	1500	6000
9	Hp Switcch Lan / Sisco	15	1760	26400
UPS				
10	MASTERYS MC 80 KVA SOCOMEC	1	7200	7200
TOTAL DAYA (Watt)				134352

Untuk mengetahui total beban kalor sensible dan laten peralatan tersebut dapat menggunakan persamaan rumus :

$$q_s = C_s \times q_r \times CLF$$

$$q_l = C_l \times q_r$$

Dimana :

q_r = Total daya input peralatan

$C_s = 0,33$ (ASHRAE tabel 4.7 hal 4.6)

$C_l = 0,17$ (ASHRAE tabel 4.7 hal 4.6)

$CLF = 0,18$ (ASHRAE tabel 4.10 hal 4.9- total operasional 18 jam, dan setelah on 24 jam)

Beban peralatan IT Existing pada tabel 10 adalah :

$$q_{sensible} = 0,33 \times 879.370,317 \text{ (Btu/hr)} \times 0,18 = 52.234,59 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{laten} = 0,17 \times 879.370,317 \text{ (Btu/hr)} = 149.492,95 \text{ (Btu/hr)}$$

Beban penambahan peralatan IT pada tabel 11 adalah :

$$q_{sensible} = 0,33 \times 458.428,052 \text{ (Btu/hr)} \times 0,18 = 27.230,62 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{laten} = 0,17 \times 458.428,052 \text{ (Btu/hr)} = 77.932,76 \text{ (Btu/hr)}$$

Sehingga total beban sensibel dan laten dari peralatan IT adalah :

$$q_{sensible} = 52.234,59 \text{ (Btu/hr)} + 27.230,62 \text{ (Btu/hr)} = 79.465,21 \text{ (Btu/hr)}$$

$$q_{laten} = 149.492,95 \text{ (Btu/hr)} + 77.932,76 \text{ (Btu/hr)} = 227.425,71 \text{ (Btu/hr)}$$

Beban Kalor Infiltrasi

Untuk menghitung beban kalor infiltrasi dapat menggunakan persamaan rumus (6) dan (7), adapun hasil perhitungan beban kalor infiltrasi :Hasil perhitungan infiltrasi dapat dilihat pada sajian table-9

Tabel-9. Tabel beban kalor infiltrasi

Pukul	ACH	Volume Ft ³	Sensible			Q _{sensible} Btu/hr	Laten			Q _{laten} Btu/hr
			CFM	1.1	ΔT °F		CFM	4840	ΔW °F	
14.00	0.48	10393.87	83.15	1.1	3.96	362.2014	83.15	4840	0.012	4829.352
15.00	0.48	10393.87	83.15	1.1	4.14	378.6651	83.15	4840	0.016	6439.136
16.00	0.48	10393.87	83.15	1.1	5.76	526.8384	83.15	4840	0.018	7244.028

Beban Kalor Ventilasi

Untuk menghitung beban kalor ventilasi dapat menggunakan persamaan rumus (8) dan (9), adapun hasil perhitungan beban kalor infiltrasi disajikan dalam table-10

Tabel-10. Tabel beban kalor ventilasi

Pukul	CFM	Luas Lantai Ft ²	Sensible			Q _{sensible} Btu/hr	Laten			Q _{laten} Btu/hr
			Q	1.1	ΔT °F		Q	4840	ΔW °F	
14.00	2.33	1132.23	13.2	1.1	3.96	57.4992	13.2	4840	0.012	766.656
15.00	2.33	1132.23	13.2	1.1	4.14	60.1128	13.2	4840	0.016	1022.208
16.00	2.33	1132.23	13.2	1.1	5.76	83.6352	13.2	4840	0.018	1149.984

Total Beban Pendingin

Setelah seluruh komponen beban di hitung, beban total dapat di tentukan dengan menjumlahkan seluruh komponen beban menurut jenisnya. Hasil perhitungan beban dapat dilihat pada sajian table-11 .

Tabel 11. Tabel Total Beban Pendingin

PANAS SENSIBLE	TOTAL		
	Btu /hr		
	14.00	15.00	16.00
Beban Konduksi melalui Dinding Partisi	1645.58	1720.38	2393.57
Beban Konduksi melalui Atap	855.97	1008.82	1375.66
Beban Konduksi melalui Lantai	1120.91	1171.86	1630.42
Beban Konduksi melalui Pintu	13.8	14.43	20.07
Beban Konduksi melalui Kaca	383.01	400.42	557.11
Beban Radiasi melalui Kaca	8746.65	8746.65	8746.65

Room Total Heat Gain

Room Total Heat Gain yang didapatkan terdiri atas seluruh beban kalor sensibel ruangan (RSHG) dan beban laten ruangan (RLHG) baik yang berasal dari beban eksternal maupun Internal dapat dilihat pada sajian table-11

Tabel -12. Tabel RTHG

Pukul	RSHG (Btu/hr)	RLHG (Btu/hr)	RTHG (Btu/hr)
14.00	129856.13	228700.71	358556.84
15.00	130152.77	228700.71	358853.48
16.00	131813.69	228700.71	360514.40

Outside Air Total Heat Gain

Outside air total heat gain diperoleh dari penjumlahan beban sensibel ventilasi dan beban laten ventilasi. Berikut adalah tabel hasil penjumlahan beban sensibel ventilasi dan beban laten ventilasi di dalam ruangan, hal ini disajikan pada table 13

Tabel 13. Tabel OATH

Pukul	OASH (Btu/hr)	OALH (Btu/hr)	OATH (Btu/hr)
14.00	419.70	5596.01	6015.71
15.00	438.78	7461.34	7900.12
16.00	610.47	8394.01	9004.49

Grand Total Heat Gain

Grand total heat gain diperoleh dari penjumlahan room total heat gain dan outside air total heat. Dari Carrier Handbook of Air Conditioning System Design, ditentukan bahwa

suatu faktor keamanan ditambahkan pada total heat. Faktor keamanan ini sebagai suatu faktor dari kemungkinan terjadinya kesalahan dalam survey atau perancangan. Harga safety factor sekitar 5% ditambahkan pada GTH.hal ini dapat dilihat pada sajian table-14

Tabel 14. Tabel GTH

Pukul	TSH (Btu/hr)	TLH (Btu/hr)	GTH (Btu/hr)	GTH + SF (Btu/hr)	GTH + SF (kWatt)
14.00	358556.84	6015.71	364572.55	382801.18	112.187
15.00	358853.48	7900.12	366753.60	385091.28	112.859
16.00	360514.40	9004.49	369518.89	387994.83	113.710

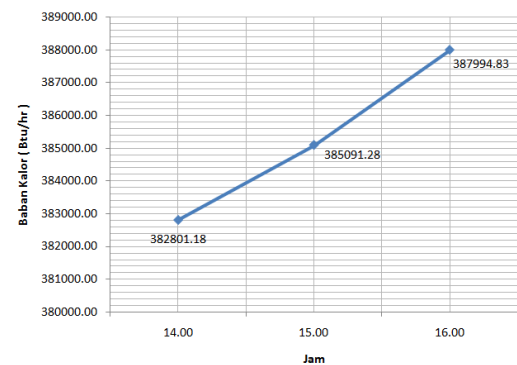
PANAS SENSIBEL	TOTAL Btu /hr		
	14.00	15.00	16.00
Beban Penghuni	153	153	153
Beban Penerangan (Lampu)	37472	37472	37472
Beban Peralatan	79465.21	79465.21	79465.21
Beban Infiltrasi	362.20	378.67	526.84
Beban Ventilasi	57.50	60.11	83.64
Total Sensibel Heat	130275.83	130591.55	132424.17
PANAS LATEN		Btu /hr	
Beban Penghuni	1275	1275	1275
Beban Peralatan	227425.71	227425.71	227425.71
Beban Infiltrasi	4829.35	6439.14	7244.03
Beban Ventilasi	766.66	1022.21	1149.98
Total Laten Heat	234296.72	236162.05	237094.72
Total (Sensibel + Laten)	364572.55	366753.60	369518.89
Safety Factor 5%	18228.63	18337.68	18475.94
Total Heat	382801.18	385091.28	387994.83

Besarnya beban pendingin ruangan data center / server PT XX dari hasil penelitian yaitu pada pukul 16.00 Wib yaitu sebesar **387.994,83 (Btu/hr) atau setara 113,71 KW.**

Di lihat dari komposisi beban pendingin diatas, mengapa beban peralatan IT jauh lebih besar di dibandingkan dengan beban yang lainnya?, di karenakan adalah

1. Banyaknya peralatan IT yang di pakai menjadi besarnya beban peralatan yang sebanding dengan konsumsi daya masing –masing alat perangkat IT.
2. Sebesar 99% energy yang masuk ke peralatan IT di konversikan menjadi panas.

Beban pendingin dapat dilihat pada sajian gambar-3



Gambar-3. Dinamika beban pendinginan ruangan data center / server dari jam 14.00 s/d 16.00

Di lihat pada grafik di atas bahwa beban yang terbesar adalah beban laten 360514.40 Btu/hr, dan beban sensible 9004.49 Btu/hr dengan jumlah total beban pendingin 369518.89 Btu/hr + 5% Safety factor (SF) = 387.994.83 Btu/hr pada pukul 16.00 Wib.

Mengapa beban yang tertinggi terjadi pada pukul 16.00 Wib, hal ini di sebabkan karena beban maksimum atau puncak terjadi pada pukul 16.00 Wib, dimana pemakaian yang maksimum perangkat server untuk pengirim data.

Dan jika di tinjau dari kerapatan beban, ruang data center / server memiliki kerapatan beban sebesar **387.994,83 (Btu/hr)** dibagi dengan luas bangunan 1132, 23 ft², hasilnya kerapatan beban pendinginan ruangan data center PT XX adalah 342,68 (Btu/hr) per ft².

Perbandingan Unit Pendingin

Perbandingan unit pendingin yang di pakai oleh ruangan data center PT XX dengan hasil perhitungan beban pendingin dapat di lihat pada table-15 di bawah ini adalah:

Tabel 15. Tabel Perbandingan Unit Pendingin

Spesification Unit Pendingin	Unit pendingin yang telah di pakai	Unit Pendingin hasil rancangan
Merk & Type	Citec Genesis Model GD 40	GEA Denco T Range DX A Model 73
Total Capacity	45.54 KW	78.4 KW
Number. Of Compressor	2	2
Type Compressor	Copeland Scroll type ZR94KC-TFD	Copeland Scroll type ZR160KC-TFD
Capacity Compressoor	159000 btu/hr	260000 btu/hr
Jumlah Mesin Pendingin	3 Unit	2 Unit
Total Capacity Mesin Pendingin	136,65 KW	156,8 KW
	477000 btu/hr	520000 btu/hr

Di lihat pada tabel di atas bahwa hasil rancangan, mengapa di pilih mesin pendingin dengan total capacity lebih besar di dibandingkan dengan mesin pendingin yang telah di pakai dan jumlah unit pendingin hanya 2 unit yang di pakai, dengan kelebihan dan kekurangannya adalah :

1. Dengan penambahan rack untuk perangkat IT yang baru kondisi space ruangan data center / server sudah tidak mencukupi jika ke depan akan ada penambahan kembali perangkat IT terkait berkembangnya bisnis perusahaan, dengan pemilihan 2 unit pendingin dapat menghemat tata letak ruangan data center / server.
2. Untuk keamanan jika terjadi peningkatan beban pendingin dua kali lipat dari perangkat server.
3. Teknologi mesin pendingin lebih canggih, freon lebih ramah lingkungan, dengan beban pendingin yang besar, peralatan IT lebih dapat terjaga dan aman.
4. Biaya maintenance unit pendingin lebih murah.
5. Biaya invest awal pembelian unit pendingin lebih mahal, tetapi jika terjadinya kerusakan pada perangkat IT biaya yang di dikeluarkan akan lebih mahal serta begitu pentingnya data-data perusahaan yang terdapat pada perangkat IT sehingga harga unit pendingin yang mahal tidak sebanding dengan pentingnya perangkat IT.

Dan hasil rancangan tersebut dapat di jadikan acuan kedepan jika terjadi pengembangan perangkat IT. Kemudian dari data unit pendingin yang telah di pakai dengan total beban sebesar 136,65 KW dengan 3 unit PAC adalah masih dapat mencukupi dengan adanya penambahan perangkat IT dengan total beban sebesar 113,71 KW.

4. KESIMPULAN.

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan beban pendingin yang telah di lakukan, di peroleh hasil beban pendinginan total ruangan data center / server PT XX sebesar **387.994,83 (Btu/hr)** atau setara **113,71 KW**,
2. Dipilih 2 AC PAC dengan masing-masing bebab 342,68 (Btu/hr)
3. Pengurangan unit AC dari 3 unit terpasang menjadi 2 unit

DAFTAR PUSTAKA

1. ASHRAE COOLING LOAD, Cooling and Heating Load Calculation Manual. America Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc, Atlanta
2. ASHRAE HANDBOOK 2009, Fundamentals. America Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc, Atlanta, Inch-Pound Edition.
3. Pita, Edward G. 2002. *Air Conditioning Principles and Systems*. Fourth Edition. Prentice Hall, New Jersey – US.
4. ASHRAE, 2005, Handbook Of Fundamental, American Society Of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA.
5. Balakrishnan, S., Precision Air Conditioning For Server Rooms, ISHRAE Journal, January, 2002.