

ANALISA SISTEM PENGKONDISIAN DAN DISTRIBUSI PASOKAN DAN PENGEMBALIAN UDARA UNTUK RUANG BERUKURAN (45x18x6.35)M PADA PROYEK PUSAT

Sahidul Anam

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

syahidulanam1@gmail.com

Abstrak

Pusat data adalah pusat penyimpanan data dalam skala besar. Pusat data memiliki resiko sangat besar. Faktor yang dapat menyebabkan kegagalan antara lain yaitu kesalahan manusia, sistem pendingin, kabel dan sistem keamanan. Sistem pendingin merupakan pokok pembahasan dari penelitian ini, memaparkan tentang Analisa Sistem Pengkondisian dan Distribusi Pasokan dan Pengembalian Udara untuk Ruang Berukuran (45x18x6.35) M Pada Proyek Pusat Data. Permasalahan yang timbul dari pusat data adalah *overheating* dan kerusakan komponen. Dengan adanya permasalahan ini memfokuskan pada analisa sistem pengkondisian dan distribusi Pasokan & Pengembalian udara. Dengan tujuan untuk menentukan beban pendingin, mensimulasikan distribusi udara tersebut, yang mempengaruhi distribusi udara. Metode analisa ini menggunakan metode *CLTD*, *CFD* *6SigmaDCX*, *Heat load test*. Hasil perhitungan beban pendingin, simulasi pergerakan distribusi berdasarkan input dari spesifikasi dan perhitungan beban pendingin, serta analisa distribusi di temukanya kebocoran pada plenum chamber ceiling mengakibatkan terpecahnya distribusi udara.

Kata Kunci: Sistem Pendingin *Data Center*, *Wall Flow System*, *6SigmaDCX*

1. PENDAHULUAN

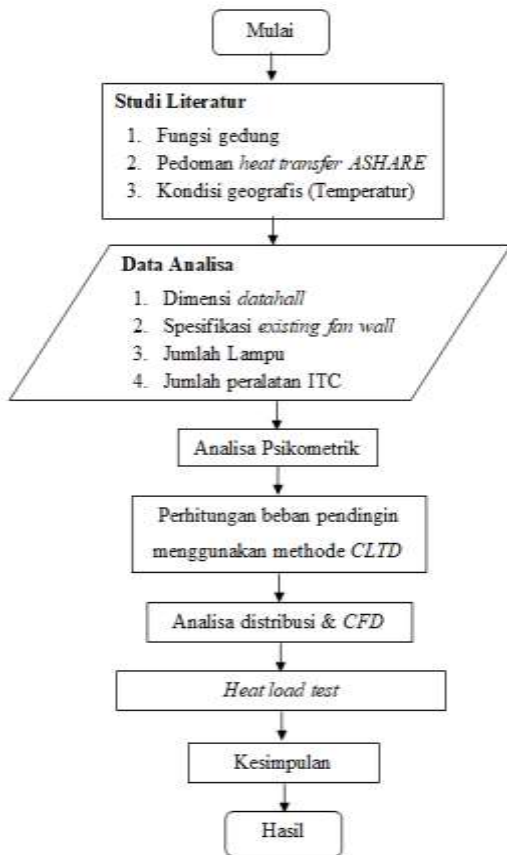
Sistem Pendingin harus terencana dengan baik agar aliran udara dari perangkat pendingin mengalir dengan arah parallel ke barisan kabinet/rak. Kriteria umum desain sistem pendingin pada pusat data yang harus dipenuhi, adalah memiliki skalabilitas dan adaptabilitas yang sangat baik, sudah terstandarisasi, sederhana namun cerdas. Sistem pendingin pada pusat data dibuat untuk menjaga kestabilan temperatur yang cocok untuk pusat data. Keadaan temperatur dan kelembapan yang harus dijaga di dalam pusat data, Temperatur kering: 20°C-25°C (68°F-77°F), dengan rata-rata keadaan temperatur normal diset menjadi 22°C±10C. Kelembapan relatif: 40%-50%, dengan titik normal berada pada 45%±5%. Titik embun maksimum: 21°C (69.8°F) Perubahan maksimum yang boleh terjadi dari batas suhu sekarang adalah sebesar 5°C (9°F) per jam, titik embun maksimum 21°C. Masalah pendinginan berada di urutan ke-2 setelah kesalahan manusia untuk faktor yang dapat menyebabkan kegagalan di pusat data. Karena di Indonesia sendiri beriklim tropis, masalah pendinginan bisa menjadi masalah yang sangat penting. Sebenarnya, pendinginan di pusat data cuma berkuat di tiga hal diantaranya pendingin udara,

sirkulasi udara dan kontrol/monitoring suhu. (Rajif Rizal Fahlevi, Rd. Rohmat Saedudin, Adityas Widjajarto. 2018)

Pusat data terdiri dari beberapa piranti berteknologi tinggi yang bekerja selama 24 jam tanpa henti. Jadi sangat wajar apabila komponen-komponen di dalamnya sering terjadi *overheating* dan kerusakan komponen, Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan optimasi desain pada sistem pengkondisian udara. Perancangan desain sistem pengkondisian udara yang baik dan efektif akan menghasilkan *supply* dan *return* udara yang lebih baik serta meminimalisir terjadinya kerugian pada saat proses pendistribusian udara. Perhitungan beban dengan menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*. Metode ini seringkali digunakan untuk memperkirakan besarnya beban pendinginan yang dipengaruhi oleh tiga jenis beban panas (beban panas akibat konduksi, beban panas akibat radiasi, dan beban panas internal) dan analisis sistem pengkondisian serta distribusi *supply* dan *return* udara dengan menggunakan perangkat lunak berbasis *Computational Fluid Dynamics (CFD)* untuk diterapkan pada ruang proyek pusat data. (Rajif Rizal Fahlevi, Rd. Rohmat Saedudin, Adityas Widjajarto. 2018)

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, digunakan bagan atau diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir [Sumber: Dokumen Pribadi]

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam perancangan ini antara lain:

- a) Observasi
Observasi atau metode pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung, untuk melihat dan mengambil suatu data yang dibutuhkan
- b) Wawancara
Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka langsung dengan narasumber dengan cara tanya jawab
- c) Dokumentasi
Dokumentasi sendiri pengumpulan data dengan cara melihat langsung sumber-sumber dokumen yang terkait. dokumentasi sebagai Pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun elektronik yang di gunakan sebagai pendukung kelengkapan data penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Ukuran Ruangannya : (45x18x6.35)m, dengan: 334 rack server.

- a) Perhitungan Luas Area
Luas = Panjang x Lebar
Luas = 45 m x 18 m = 810 m²
Luas = 810 m²
- b) Perhitungan Volume
Volume = Panjang x Lebar x Tinggi
Volume = 45 m x 18 m x 6.35 m
Volume = 5143.5 m³
- c) Perhitungan Internal Surface Wall
Tinggi 6.35m
Internal Wall = Keliling Internal x Tinggi
Internal Wall = (44.725 m x 6.35 m)
Internal Wall = 284 m²

Tinggi 4.3m
Internal Wall = Keliling Internal x Tinggi
Internal Wall = (1.35 + 1 + 43.65 + 15.6 + 21.2 + 1.1 + 1.35) m x 4.3 m
Internal Wall = 366.575 m²

Total dinding permukaan dinding bagian dalam 284 m² + 366.575 m² = 650.575 m²

- d) Perhitungan External Surface Wall
Keliling = 2 x (Panjang x Lebar)
Keliling = 2 x (45 m + 18 m)
Keliling = 126 m

Kemudian keliling tersebut dikaliakn dengan tinggi
Internal Wall = Keliling x Tinggi
Internal Wall = 126 m x 6.35 m
Internal Wall = 800.1 m²

Tabel 1. Diagram Alir

Nama Ruangannya	Area (m ²)	Tinggi (m)	Volume (m ³)	External Wall (m ²)	Internal Wall (m ²)
Datahall	810	6.35	5143.5	800.1	650.575

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 2. *Crahh Wall Fan Equipment Schudule*

REQUIRED COOLING COIL DATA									
MIN. NET TOTAL CAPACITY (kW)	MIN. NET SENSIBLE CAPACITY (kW)	RETURN AIR		SUPPLY AIR (COOL)	DM. SUCT TEMP (°C)	DM. D/LET TB-F (°C)	DM. FLOW RATE (m³/s)	REBUNDANCY	
		TEMP (COOL)	IN (°C)						
284	284	35	20	23	1	3	31	10	

REQUIRED FAN DATA							
No.	EQUIPMENT TAG	QTY	STOREY	AREA SERVED	AFFLOW TYPE	MIN. SUPPLY AIR (DM)	STINAL. STAT. PRESSURE (Pa)
1	Fan1	2	LEVEL 2	0486	Fan1 open	1800	80

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 3. Kondisi Suhu Udara Luar Ruangan

Or input data for air properties		
T Dry °C		37.8
T Wet °C		32.8
Quantity	Value	Units
P Ambient	101325	Pa
T Dry Bulb	37.800	°C
Humid Ratio	29.393	g/kg(d.a)
Rel Humid	69.425	%
T Wet Bulb	32.501	°C
T Dew	31.228	°C
T Saturation	32.449	°C
Enthalpy	113.540	kJ/kg(d.a)
P Vapour	4572.319	Pa
P Sat Vapour	6560.053	Pa
Spec Heat	1.044	kJ/(kg.K)
Spec Volume	0.923	m³/kg(d.a)
Density	1.116	kg/m³

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 4. Kondisi Suhu Udara Dalam Ruangan

Or input data for air properties		
T Dry °C		34.8
Rel Humid. %		31
Quantity	Value	Units
P Ambient	101325	Pa
T Dry Bulb	34.500	°C
Humid Ratio	10.637	g/kg(d.a)
Rel Humid	31.000	%
T Wet Bulb	21.395	°C
T Dew	14.924	°C
T Saturation	21.262	°C
Enthalpy	61.968	kJ/kg(d.a)
P Vapour	1703.848	Pa
P Sat Vapour	5474.039	Pa
Spec Heat	1.024	kJ/(kg.K)
Spec Volume	0.886	m³/kg(d.a)
Density	1.140	kg/m³

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 5. Kondisi Suhu Udara Dalam Datahall

Or input data for air properties		
T Dry °C		28
Rel Humid. %		80
Quantity	Value	Units
P Ambient	101325	Pa
T Dry Bulb	28.000	°C
Humid Ratio	7.281	g/kg(d.a)
Rel Humid	50.000	%
T Wet Bulb	19.772	°C
T Dew	9.274	°C
T Saturation	19.718	°C
Enthalpy	38.615	kJ/kg(d.a)
P Vapour	1174.016	Pa
P Sat Vapour	2338.804	Pa
Spec Heat	1.018	kJ/(kg.K)
Spec Volume	0.840	m³/kg(d.a)
Density	1.199	kg/m³

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Muatan IT Equipment

Sesuai dengan permintaan *owner* yang menyediakan *Uninterruptible Power Supply (UPS)* dengan kapasitas 500kW dengan jumlah empat unit UPS yang berarti memiliki kapasitas total sejumlah 2000kW yang berfungsi sebagai penyedia listrik cadangan pada *data center*, dan hal-hal penting lain.



Gambar 2. Kapasitas UPS [Sumber: Dokumen Pribadi]

DAH-D1L204: 1888 kW
IDF-D1L2A04: 6 kW
IDF-D1L2B04: 6 kW
SAL Temperature Range: 18 °C(DB) - 27 °C(DB) SAL Humidity Range: 40% - 70%

Gambar 3. Pembagian Power Supply [Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Pendingin

Metode *Cooling Load Temperature Difference* digunakan untuk perhitungan beban pendinginan yang bersumber dari perolehan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi melalui dinding, kaca, serta atap. (Octoro, R, 2013)

$$q = U A (t_b - t_i)$$

- q = Laju perpindahan panas, W
- U = Koefisien perpindahan panas keseluruhan antara yang berdekatan dan ruang terkondisi, $W/(m^2.K)$
- A = Luas bagian pemisah yang bersangkutan, m^2
- t_b = Suhu udara rata-rata di ruang yang berdekatan, $^{\circ}C$
- t_i = suhu udara di ruang ber-AC, $^{\circ}C$

a) Perhitungan Panas Melalui Atap

Koefisien perpindahan panas atap:

- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$
- M14: Beton kelas ringan 150mm = $0.08 (m^2.K)/W$
- I01: Papan insulasi 25mm = $0.88 (m^2.K)/W$
- F05: Resistansi ruang udara langit-langit = $0.18 (m^2.K)/W$
- G01: Papan gypsum $0.10 (m^2.K)/W$
- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.16 + 0.08 + 0.88 + 0.18 + 0.10 + 0.16} = \frac{1}{1.56} = 0.641$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui atap:

$$q = U A (t_b - t_i)$$

$$q = 0.641(m^2.K)/W \times 810 m^2 \times (37,8 - 34,5)^{\circ}C$$

$$q = 1731 W \text{ dibulatkan } \underline{1.73 kW}$$

Tabel 6. Beban Transmisi Melalui Atap

Room	Heat Gain through Exterior Surfaces				Sensible heat Qs (kW)
	Overall heat transfer coefficient U (W/m ² .K)	Surface area A (m ²)	Outdoor temperature t _o (°C)	Indoor temperature t _i (°C)	
Datahall	0.641	810	37.8	34.5	1.71

[Sumber: Dokumen Pribadi]

b) Perhitungan Panas Melalui Permuakan Lantai

Koefisien perpindahan panas lantai:

- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$
- M14: Beton kelas ringan 150mm = $0.08 (m^2.K)/W$
- I01: Papan insulasi 25mm = $0.88 (m^2.K)/W$
- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.16 + 0.08 + 0.88 + 0.16} = \frac{1}{1.28} = 0.781$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui lantai:

$$q = U A (t_b - t_i)$$

$$q = 0.781 (m^2.K)/W \times 810 m^2 \times (34.5 - 20)^{\circ}C$$

$$q = 9172 W \text{ dibulatkan } \underline{9.17 Kw}$$

Tabel 7. Beban Transmisi Melalui Lantai

Room	Heat Gain through Interior Surfaces				Sensible heat Qs (kW)
	Overall heat transfer coefficient U (W/m ² .K)	Surface area A (m ²)	Temperature in adjacent space t _g (°C)	Indoor temperature t _i (°C)	
Datahall	0.781	810	34.5	20.0	9.17

[Sumber: Dokumen Pribadi]

c) Perhitungan Panas Permukaan dinding dalam

Koefisien perpindahan panas dinding dalam:

- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = $0.12 (m^2.K)/W$
- G01: Papan gypsum $0.10 (m^2.K)/W$
- F04: resisten udara dinding = $0.15 (m^2.K)/W$
- G01: Papan gypsum $0.10 (m^2.K)/W$

- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = 0.12 (m².K)/W

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.12 + 0.19 + 0.15 + 0.10 + 0.12}$$

$$= \frac{1}{0.59} = 1.695$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui dinding:

$$q = U A (t_b - t_i)$$

$$q = 1.695 (m^2.K)/W \times 810 m^2$$

$$\times (34.5 - 34.5)^\circ C$$

$$q = 0 \text{ kW}$$

Tabel 8. Beban Transmisi Melalui Permukaan Dinding Dalam

Internal wall					
Room	Heat Gain through Interior Surfaces				
	Overall heat transfer coefficient U (W/m ² .K)	Surface area A (m ²)	Temperature difference (°C)	Indoor temperature t _i (°C)	Sensible heat Q _s (kW)
Datahall	1.695	810	34.5	34.5	0.00

[Sumber: Dokumen Pribadi]

- d) Perhitungan Panas Permukaan dinding luar

Koefesien perpindahan panas dinding dalam:

- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = 0.12 (m².K)/W
- G01: Papan gypsum 0.10 (m².K)/W
- F04: resisten udara dinding = 0.15 (m².K)/W
- G01: Papan gypsum 0.10 (m².K)/W
- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = 0.12 (m².K)/W

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.12 + 0.19 + 0.15 + 0.10 + 0.12}$$

$$= \frac{1}{0.59} = 1.695$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui dinding:

$$q = U A (t_b - t_i)$$

$$q = 1.695 (m^2.K)/W \times 810 m^2$$

$$\times (37.8 - 34.5)^\circ C$$

$$q = 3.64 \text{ kW}$$

Tabel 9. Beban Transmisi Melalui Permukaan Dinding Luar

External wall					
Room	Heat Gain through Exterior Surfaces				
	Overall heat transfer coefficient U (W/m ² .K)	Surface area A (m ²)	Outdoor temperature t _o (°C)	Indoor temperature t _i (°C)	Sensible heat Q _s (kW)
Datahall	1.695	651	37.8	34.5	3.64

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Panas Internal Melalui Pencahayaan Lampu (ASHARE *handbook Fundamental SI*, 2021)

$$q_{el} = W F_{ul} F_s$$

- A = Luas area, m²
- q_{el} = Panas dari pencahayaan lampu, kW
- W = Total watt cahaya, kW
- F_{ul} = Faktor penggunaan pencahayaan
- F_s = Faktor penyisihan pencahayaan khusus

Sehingga beban kalor dari pencahayaan lampu:

$$q_{el} = 18.4 W/m^2 \times 810 m^2$$

$$q_{el} = 14904 W \text{ dibulatkan } 14.9 \text{ kW}$$

Tabel 10. Beban Pencahayaan Lampu

Instantaneous Heat Gain from Lighting			
Room	Lighting Heat Gain (kW)		
	Floor Area (m ²)	Lighting Power Density (W/m ²)	Sensible heat (kW)
Datahall	810	18.4	14.9

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Panas dari Manusia (ASHARE *handbook Fundamental SI*, 2021)

$$q_s = \left(\frac{A \times N}{100} \right) \times \left(\frac{q_{s.per}}{1000} \right)$$

$$q_l = \left(\frac{A \times N}{100} \right) \times \left(\frac{q_{l.per}}{1000} \right)$$

- A = Luas area, m²
- q_s = Panas sensibel penghuni, kW
- q_l = Panas laten penghuni, kW
- q_{l.per} = Perolehan panas laten per-orang, W
- q_{s.per} = Perolehan panas sensibel per-orang, W
- N = Jumlah penghuni, #/100m²

Sehingga beban sensibel manusia:

$$q_s = \left(\frac{810 \text{ m}^2 \times 4}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{75 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= \left(\frac{3240 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{75 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= 32.4 \times 0.075 \text{ W} = \underline{2.43 \text{ kW}}$$

Sehingga beban laten manusia:

$$q_l = \left(\frac{810 \text{ m}^2 \times 4}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{55 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= \left(\frac{3240 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{55 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= 32.4 \times 0.055 \text{ W} = \underline{1.78 \text{ kW}}$$

Tabel 11. Beban Panas dari Manusia

Room	People Heat Gain (kW)					
	Floor Area A (m ²)	Occupant Density #/100m ²	Sensible heat qs (W)	Latent heat ql (W)	Sensible heat Qs (kW)	Latent heat Ql (kW)
Datarhall	810	4	75	55	2.4	1.8

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban fresh Air Sensible & Latent Heat (ASHARE handbook Indoor Air Quality SI, 2019)

$$q_s = 1.23 Q_s \Delta t$$

$$q_l = 1.20 \times 2500 Q_s \Delta W = 3010 Q_s \Delta W$$

- A = Luas area, m²
- q_s = Perolehan panas sensibel infiltrasi, W
- q_l = Perolehan panas laten infiltrasi, W
- Q_s = Alira udara infiltrasi pada kondisi standar, m²/s
- t_o = Temperatur udara luar, °C
- t_i = Temperatur udara dalam, °C
- W_o = Rasio kelembaban udara luar, kg/kg
- W_i = Rasio kelembaban udara dalam, kg/kg
- R_p = Rate udara luar manusia, L/sm²
- R_a = Rate udara luar, L/sm²
- N = Jumlah penghuni
- N_d = Densitas Jumlah penghuni, #/100m²
- C_s = Faktor panas sensibel udara,

$$1230 \text{ W/m}^3 \text{ sK}$$

C_l = Faktor panas laten udara, 3010 W/m³ sK

Jumlah Penghuni:

$$N = N_d \times A = \frac{4 \times 810 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} = 32.4$$

dibulatkan 33orang

Fresh air flow rate (CMH)

$$= \frac{N \times R_p \times 3600s}{1000}$$

$$= \frac{33 \text{ orang} \times 2.5 \text{ L/sm}^2 \times 3600s}{1000} = 300 \text{ CMH}$$

$$= \frac{A \times R_a \times 3600s}{1000}$$

$$= \frac{810 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ L/sm}^2 \times 3600s}{1000} = 880 \text{ CMH}$$

Total fresh air flow rate (CMH)

$$= 300 \text{ CMH} + 880 \text{ CMH} = 1180 \text{ CMH}$$

$$= A / 1180 \text{ CMH} = 810 \text{ m}^2 / 1180 \text{ CMH}$$

$$= 1.5 \text{ CMH/m}^2$$

Tabel 12. Total Flow Rate

Room	Fresh air Flow rate (CMH)				
	Floor Area (m ²)	Area Outdoor Air Rate (L/s.m ²)	Fresh air Flow rate (CMH)	Total Fresh air Flow rate (CMH)	Total Fresh air Flow rate (CMH/m ²)
Datarhall	810	0.3	880	1.180	1.5

Room	Floor Area (m ²)	Occupant Density #/100(m ²)	Number of people	People Outdoor Air Rate #p (L/s/person)	Fresh air Flow rate (CMH)
Datarhall	810	4	33	2.5	300

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Panas sensibel:

$$q_s = \frac{\text{Flow rate}}{3600s} \times \frac{C_s}{1000 \text{ m}^2} \times \Delta t$$

$$q_s = \frac{1180 \text{ CMH}}{3600s} \times \frac{1230 \text{ W/m}^3 \text{ sK}}{1000 \text{ m}^2} \times 3.30^\circ\text{C}$$

$$= 1.33 \text{ kW} \text{ dibulatkan } 1.4 \text{ kW}$$

Panas laten:

$$q_l = \frac{\text{Flow rate}}{3600s} \times \frac{C_l}{1000 \text{ m}^2} \times \Delta w$$

$$q_l = \frac{1180 \text{ CMH}}{3600\text{s}} \times \frac{3010 \text{ W/m}^3\text{sK}}{1000 \text{ m}^2}$$

$$\times 0.01876 \text{ kg/kg}$$

$$q_l = 0.018 \text{ kW dibulatkan } 0.1 \text{ kW}$$

Tabel 13. Beban Panas dan Laten Udara Luar

Room	Fresh air Heat Gain (kW)				
	Total Fresh air Flow rate (CMH)	Air sensible heat factor (W/m ³ s.K)	Air latent heat factor	Δt (°C DB)	Δw (kg/kg)
Datuhall	1,180	1,230	3,010	3,30	0,01876

Room	Fresh air Heat Gain (kW)	
	Sensible heat qs (kW)	Latent heat ql (kW)
Datuhall	1.4	0.1

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Flow Rate Ventilasi

(ASHARE handbook Indoor Air Quality SI, 2019)

Area outdoor air rate:

$$= \text{Outdoor air rate} \times \frac{3600\text{s}}{1000 \text{ m}^2}$$

$$= 0.3 \text{ L/s m}^2 \times \frac{3600\text{s}}{1000 \text{ m}^2} = 1.1 \text{ L/s m}^2$$

Flow rate:

$$= \text{Luas Area} \times \text{Area outdoor air rate}$$

$$= 810 \text{ m}^2 \times 1.1 \text{ L/s m}^2 = 900 \text{ CMH}$$

Gas Purging:

$$= \text{Volume} \times \text{Total Fan}$$

$$= 5144 \text{ m}^3 \times 2 \text{ ACH}$$

$$= 10288 \text{ dibulatkan } 10290 \text{ CMH}$$

Tabel 14. Flow Rate Ventilasi

Ventilation System				
Room	Area (m ²)	Volume (m ³)	Fresh air flow rate	
			Area Outdoor Air Rate (L/m ²)	Flow rate (CMH)
Datuhall	810	5,144	1.1	900

Gas purge flow rate	
Air Change Rate (ACH)	Flow rate (CMH)
2.0	10,290

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Total Beban Sensibel & Laten
(ASHARE handbook Fundamental SI, 2021)

Total Beban Sensibel:

$$Q_{s,\text{total}} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{Fresh air sensibel heat}$$

$$Q_{s,\text{total}} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.4$$

$$= 1921 \text{ kW}$$

Total Beban:

$$Q_{\text{total}} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{People laten heat} + \text{Fresh air sensibel heat} + \text{Fresh air Laten heat}$$

$$Q_{\text{total}} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.8 + 1.4 + 0.1$$

$$= 1922.9 \text{ kW}$$

Tabel 15. Beban Panas dan Laten Udara Luar

Heat Load Calculation				
Room	IT Load Sensible Heat qs (kW)	Electrical Equipment Heat Gain Sensible Heat qs (kW)	Heat Gain through Exterior/Interior Surfaces Sensible Heat qs (kW)	Lighting Heat Gain Sensible Heat qs (kW)
Datuhall	1,888.0	NA	14.3	14.9

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Terhadap Mesin Pendingin (ASHARE handbook Fundamental SI, 2021)

Dari data fan wall kapasitas pendingin 229kW dengan catatan (N+2) dari 12 unit 10 beroperasi 2 standby dengan safety faktor 10% yang mana beracuan pada ASHARE yaitu 10-20%.

Tabel 16. Total Beban dengan Safty Faktor

Room	Total Heat qf (kW)	Sensible Heat qs (kW)	Safety Factor %	Total Heat qf (kW)	Sensible Heat qs (kW)	Num of CPAH (unit)		
						Duty	Standby	Total
Datuhall	1,922.9	1,921.8	10%	2,115.3	2,113.2	10	2	12

People Heat Gain		Fresh air Heat Gain		Sensible Heat qs (kW)	Total Heat qf (kW)
Sensible Heat qs (kW)	Latent Heat ql (kW)	Sensible Heat qs (kW)	Latent Heat ql (kW)		
2.4	1.8	1.4	0.1	1,921.0	1,922.9

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Total Beban Sensibel dengan safty faktor:

$$Q_{s,\text{total}} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{Fresh air sensibel heat}$$

$$Q_{s,\text{total}} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.4$$

$$= 1921 \text{ kW}$$

$$Q_{s.total} = 1921 \text{ kW} + 10\% = 2113.2 \text{ kW}$$

Total Beban safety faktor:

$$Q_{total} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{People laten heat} + \text{Fresh air sensibel heat} + \text{Fresh air Laten heat}$$

$$Q_{total} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.8 + 1.4 + 0.1 = 1922.9 \text{ kW}$$

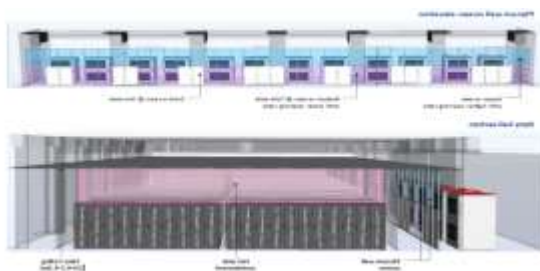
$$Q_{total} = 1922.9 \text{ kW} + 10\% = 2115.3 \text{ kW}$$

Total Beban Terhadap Mesin pendingin:
 Kapasitas pendingin = (Total beban panas + faktor keamanan)
 = (229kW x 10Unit) = 2115.3 kW
 = 2290 kW = 2115.3 kW
 = 2290 kW - 2115.3 kW = 174.7 kW

Yang berarti masih ada cadangan pendingin sebesar 174.7 kW

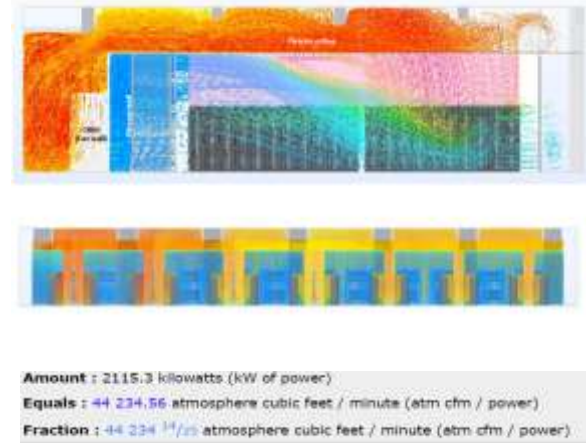
Analisa Computational Fluid Dynamic (CFD) 6SigmaDCX

Analisa computational fluid dynamic bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bilangan Reynolds terhadap karakteristik perpindahan panas, faktor gesekan, pressure drop, distribusi kecepatan dan perilaku fluida pada suatu system serta mensimulasikan fenomena aliran fluida baik berupa cairan maupun gas. (Shinta Aprilia Safitri, Sarwono, dan Ridho Hantoro, 2018)



Gambar 4. Pemodelan Datahall [Sumber: Dokumen Pribadi]

Dari input data dan pemodelan kemudian mensimulasikan aliran fluida untuk mengetahui karakteristik perpindahan panas, faktor gesekan, pressure drop, distribusi kecepatan dan perilaku fluida pada suatu sistem.



Gambar 5. Simulasi CFD [Sumber: Dokumen Pribadi]

Analisa Pendistribusian Udara

Untuk tahap heat load test kita perlu memastikan bahwa sistem distribusi dari fan wall berjalan dengan baik maka dilakukan pengetestan dengan menyalakan fan wall.

Terindikasi bahwa distribusi udara tidak sampai tujuan yaitu datahall. Saat kita berada di dalam datahall hanya sedikit udara masuk.

Dengan menggunakan sistem wall flow di tidak memerlukan waktu yang lama untuk menemukan sumber masalah, ternyata terindikasi adanya kebocoran pada plenum chamber ceiling yang mengakibatkan distribusi udara terpecah ke arah ceiling dan datahall.



Gambar 6. Kebocoran Plenum Chamber [Sumber: Dokumen Pribadi]



Gambar 7. Setelah Perbaikan
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Heat Load Test

Heat load test bertujuan selain untuk ketahanan panas pada ruang *cold aisle containment (CAC)* pada rak server juga untuk memastikan kesesuaian pengaturan *crash fan wall* dan *Chiller plan automation system (CPOS)* sudah benar.

Proses *heat load test* menggunakan pemanas yang disebut dengan *heater*, *heat test* sendiri di bagi menjadi 3 bagian pembebanan tanpa beban, 50% dan 100%.

- Monitoring heat load test tanpa beban:



Gambar 8. *Heat Load Test* Tanpa Beban
[Sumber: Dokumen Pribadi]

- Monitoring heat load test beban 50%



Gambar 9. *Heat Load Test* Beban 50%
[Sumber: Dokumen Pribadi]

- Monitoring heat load test beban 100%



Gambar 10. *Heat Load Test* Beban 100%
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Monitoring pembebanan panas 100% pada *heat load test* menunjukkan kapasitas lebih dari 1900kW yaitu 1907kW maka tes beban panas dinyatakan layak/ berhasil.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa sistem pengkondisian dan distribusi Pasokan & Pengembalian udara ruang pada proyek pusat data ukuran ruangan (45x18x6.35)m, maka dapat disimpulkan:

- a) Dapat mengetahui cara menghitung beban pendingin dengan metode CLTD sesuai standar yang berlaku, sehingga didapatkan beban pendingin sebesar 2115.3kW.
- b) Memaparkan gambaran simulasi fenomena aliran fluida pada sistem pengkondisian udara *supply* dan *return* pada proyek pusat data dengan konsep *wall flow system* sebesar 44234.56 CFM.
- c) Faktor yang mempengaruhi distribusi *supply* dan *return* udara yaitu kebocoran plenum chamber ceiling yang mengakibatkan distribusi udara terpecah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Rajif Rizal Fahlevi, Rd. Rohmat Saedudin, Adityas Widjarto. (2018). Analisa dan Desain Data Center Building Facilities Berdasarkan Temperature Monitoring Sistem di Rumah Sakit Islam Muhammadiyah Sumberejo Menggunakan Octoro, R. (2013). Analisa Perhitungan Beban Pendingin Dengan Menggunakan Metode CLTD dan Visualisasi Pencahayaan. Analisa Perhitungan..., Ranu Octoro, FT UI, 2013, 1-2.