

PERANCANGAN SISTEM TATA UDARA RUANG ISOLASI RUMAH SAKIT X YOGYAKARTA

Harwan Ahyadi¹⁾ Thaha Aghna²⁾,

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri,

Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640 Indonesia., Telp. : (021)7270090

Email : Harwan.ahyadi@gmail.com²⁾, Thahaaghna@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Sistem tata udara adalah proses pengaturan udara yang meliputi temperatur udara, kelembapan udara, serta kualitas udara dan mendistribusiannya kedalam ruangan, untuk mendapatkan kondisi kenyamanan tertentu. Perencanaan sistem tata udara bertujuan untuk menghasilkan kenyamanan termal bagi penghuni. Penelitian ini menggunakan metode perencanaan, dengan cara mengumpulkan data yang diperlukan untuk perhitungan beban pendingin dari ruang isolasi rumah sakit, pengolahan data yang telah di kumpulkan dan menganalisa perhitungan data agar dapat memenuhi standar kenyamanan thermal penghuni ruang isolasi rumah sakit yang telah ditentukan. Dari data yang di peroleh, Gedung ini terletak di daerah Yogyakarta, yang menghadap ke timur, dimana daerah Yogyakarta memiliki suhu luar 32°C/98,6°F dan suhu ruangan memiliki suhu 26°C/78,8°F, dan untuk RH luar 85%, RH dalam 60%, Gedung ini memiliki 11 ruangan yang dimana 10 ruangan berukuran 3 x 6 18 m dan 1 ruangan memiliki ukuran 6 x 6 36. Setelah menghitung beban load eksternal dan internal diperoleh beban sensibel sebesar 126.532,9 BTU/hr dan laten sebesar 11.010,62 BTU/hr, sehingga diperoleh total beban 137.543,52 BTU/hr. atau sebesar 11,5 Ton Refrigeran.

Kata kunci: Sensibel, Laten, Beban Pendingin

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia memiliki dua musim yaitu, musim kemarau dan musim hujan, dimana musim kemarau memiliki suhu yang tinggi dengan kelembapan yang relative rendah, begitu juga sebaliknya dengan musim hujan yang memiliki suhu rendah dengan kelembapan yang tinggi. Sedangkan suhu udara yang dianggap nyaman untuk orang Indonesia adalah 24°C – 25°C, begitu juga dengan ruang isolasi pada rumah sakit. (I Gusti Ngurah Kade Suwiherawan 1, I Gede Dyana Arjana 2, Cok Gede Indra Partha 3, 2021)

Dimana untuk ruang isolasi juga mempunyai syarat dalam perencanaannya:

Syarat Kamar Isolasi:

- a) Lingkungan harus tenang
- b) Sirkulasi udara harus baik
- c) Penerangan harus cukup baik
- d) Bentuk ruangan sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk observasi pasien dan pembersihannya

- e) Tersedianya WC dan kamar mandi
- f) Kebersihan lingkungan harus dijaga
- g) Tempat sampah harus tertutup
- h) Bebas dari serangga
- i) Tempat alat tenun kotor harus ditutup
- j) Urinal dan pispot untuk pasien harus dicuci dengan memakai disinfektan. (Departemen Kesehatan RI. Cetakan kedua, 2008)

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian Sistem Tata Udara

Sistem tata udara adalah suatu sistem yang mengkondisikan lingkungan melalui pengendalian suhu, Kelembaban nisbi, arah pergerakan udara dan mutu udara termasuk pengendalian partikel dan pembuangan kontaminan yang ada di udara. Tujuan utama HVAC adalah menyediakan kondisi untuk kenyamanan termal manusia, “kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan

lingkungan termal. (Rudi Saputra1, Abdunnaser2, 2018)¹

2.2 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu yang berusaha memprediksi transfer energi yang mungkin terjadi di antara material benda sebagai akibat dari perbedaan suhu. Termodinamika mengajarkan bahwa *transfer* energi ini di definisikan sebagai panas. Ilmu perpindahan panas tidak hanya bertujuan untuk menjelaskan bagaimana energi panas dapat di *transfer*, tetapi juga memprediksi tingkat di mana pertukaran akan terjadi dalam kondisi tertentu. (J.P. Holman, 2014)²

2.3 Air Conditioning (AC)

Air conditioning merupakan alat yang digunakan untuk mengatur suhu ruangan sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan proses pendinginan udara AC dibedakan menjadi dua yaitu, Sistem pendinginan langsung terdiri dari: *AC window*, *Ac split*, *AC central*, dan sistem pendinginan tidak langsung biasanya digunakan untuk *AC central* dengan kapasitas besar. Kapasitas AC di tentukan oleh volume dan kondisi ruangan yang didinginkan. (Jurnal SPEKTRUM Vol. 8, No. 1 Maret 2021)

2.4. Menentukan Beban Pendi Ngin Ruang Isolasi

Metode yang tepat untuk menghitung beban pendinginan ruangan adalah dengan menggunakan persamaan keseimbangan panas untuk menentukansuhu permukaan interior struktur bangunan dan kemudian menghitung beban pendinginan sensibel, yang sama dengan jumlah transfer panas konvektif dari permukaan beban pendinginan laten. (Shan K. Wang, 2014)³

2.5 Beban Pendingin Eksternal

a) Beban Konduksi Melalui Dinding

Untuk menghitung beban konduksi melalui dinding digunakan persamaan sebagai berikut: (ASHRAE 158, 1979)

$$Q = U.A.CLTDc.....(1)$$

$$CLTDc = CLTD + LM + (78 - TR) + Ta - 85.....(2)$$

Dimana:

U = Beban Pendingin Dari Dinding ($BTU/Hr.Ft^2.°F$)

A = Area Atap,Dinding Atau Kaca (Ft^2)

$CLTDc$ = *Cooling Load Temperature Different Corrected* ($°F$)

$CLTD$ = *Cooling Load Temperature Different* ($°F$)

LM = *Latitude Month* ($°F$)

TR = Suhu ruang ($°F$), TR berada di dalam suhu desain Db ($°F$)

Ta = Suhu Desain Luar Rata-Rata ($°F$)

b) Beban melalui atap

Untuk menghitung beban konduksi melalui atap digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = U.A.CLTDc.....(3)$$

Dimana:

U = Beban Pendingin Dari Dinding ($BTU/Hr.Ft^2.°F$)

A = Area Atap,Dinding Atau Kaca (Ft^2)

$Cltdc$ = *Cooling Load Temperature Different Corrected* ($°F$)

$CLTD$ = *Cooling Load Temperature Different* ($°F$)

c) Beban melalui lantai

Untuk menghitung beban konduksi melalui lantai digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = U.A.TD.....(4)$$

Dimana:

U = Beban Pendingin Dari Dinding ($BTU/Hr.Ft^2.°F$)

A = Area Atap, Dinding Atau Kaca (Ft^2)

$CLTD$ = *Cooling Load Temp. Different* ($°F$)

TD = *Temp. Difference To – Ti* ($°F$)

d) Beban melalui kaca

Untuk menghitung beban konduksi melalui kaca digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = U.A.CLTDc.....(5)$$

Dimana:

U = Beban Pendingin Dari Dinding ($BTU/Hr.Ft^2.°F$)

A = Area Atap,Dinding Atau Kaca (Ft^2)

$Cltdc$ = *Cooling Load Temp.Different Corrected* ($°F$)

$CLTD$ = *Cooling Load Temp. Different* ($°F$)

¹ (Rudi Saputra1, Abdunnaser2, 2018)¹

² (J.P. Holman, 2015)²

³ (Shan K. Wang, 2014)³

- e) Beban radiasi matahari melalui kaca
Untuk menghitung beban radiasi matahari melalui kaca digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = SHGF.A.SC.CLF...(6)$$

Dimana:

Q = Solar Radiation Cooling Load For Glass (BTU/Hr)

$SHGF$ = Maximum Solar Heat Gain Factor ($^{\circ}F$)

A = Area Of Glass (Ft^2)

SC = Shading Coefficient

CLF = Cooling load Factor For Glass

- f) Beban melalui infiltrasi

Untuk menghitung beban melalui infiltrasi digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = CFM.1,1.(T_o - T_i)(7)$$

$$Q_l = CFM.0,68.(W_o - W_i) ...(8)$$

$$CFM = ACH.Room Volume/60...(9)$$

Dimana:

Q_s, Q_l = Sensibel And Laten Infiltrasi (BTU/Hr)

CFM = Air Infiltration Rate Intro Room (CFM)

$(T_o - T_i)$ = Temp.Difference

$(W_o - W_i)$ = Humidity Ratio Difference

- g) Beban melalui ventilasi

Untuk menghitung beban melalui ventilasi digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = CFM.1,1.(T_o - T_i)(10)$$

$$Q_l = CFM.0,68.(W_o - W_i)(11)$$

$$CFM = CFM.Jumlah Orang...(12)$$

Dimana:

Q_s, Q_l = Sensibel And Laten Infiltrasi (BTU/Hr)

CFM = Air Infiltration Rate Intro Room (CFM)

$(T_o - T_i)$ = Temp.Difference

$(W_o - W_i)$ = Humidity Ratio Difference

2.6 Beban Internal

1. Beban melalui lighting

Untuk menghitung beban melalui lighting digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = 3,4.W.BF.CLF(13)$$

Dimana:

Q = Cooling Load From Lighting (BTU/Hr)

W = Lighting Capacity (Watts)

BF = Ballast Factor

CLF = Cooling Load Factor For Lighting

2. Beban melalui orang

Untuk menghitung beban melalui orang digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = q_s.n.CLF(14)$$

$$Q_l = q_l.n(15)$$

Dimana:

Q_s, Q_l = Beban Sensibel Dan Beban Laten (BTU/Hr)

q_s, q_l = Beban Sensibel Dan Beban Laten Per Orang

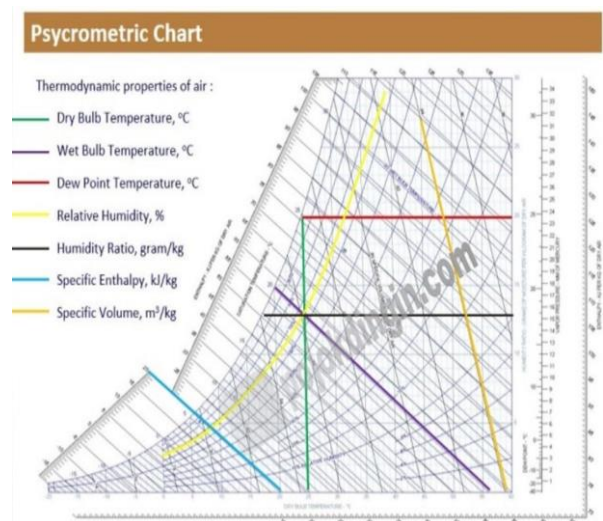
n = Jumlah Orang

CLF = Cooling Load Faktor For People

2.7 Psychometric

Psychometric adalah sebuah diagram chart yang menggambarkan sifat thermodynamik udara secara grafikal. Keberadaan dari diagram ini sangatlah membantu dalam perencanaan sistem tata udara, karena dengan menggunakan psychometric chart kita tidak perlu lagi menggunakan rumus dan perhitungan matematika. Pada psychometric chart kita dapat melihat tujuh parameter nya, yaitu, Dry Bulb Temperature, Wet Bulb Temperature, Dew Point Temperature, Relative Humidity, Humidity Ratio, Specific Enthalpy dan Spesific Volume.

Untuk memudahkan kita membedakan masing-masing parameter tersebut, coba kita lihat gambar yang sudah diberi kode warna di bawah ini:



Gbr 2.1 Psychometric chart

2.8 Ducting

Ducting merupakan saluran udara yang dibuat untuk mengalirkan udara dari unit AHU menuju ruangan yang akan didinginkan.

Ukuran ducting dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$A = Q / V \dots \dots \dots (16)$$

Dimana:

A = Luas Ducting (Ft^2)

V = Kecepatan Aliran Udara (FPM)

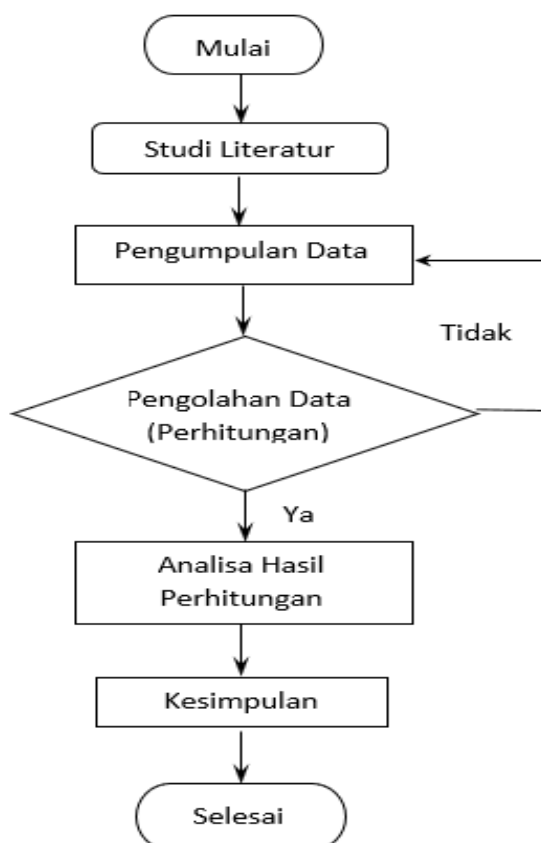
Q = Jumlah Udara Suplai (CFM)

Sumber: Perancang Sistem Ducting
Perkantoran X, Prasetyo, FT UI⁴

III. Metodologi Penelitian

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini disajikan diagram alir dalam penelitian perencanaan sistem tata udara pada ruang isolasi rumah sakit



Gbr 3.1 Diagram Alir Penelitian

⁴ Perancang Sistem Ducting Perkantoran X, Prasetyo, FT UI

3.2 Data Kondisi Bangunan

3.2.1 Jenis Keterangan Bangunan

Bangunan yang akan dirancang adalah ruangan isolasi lantai satu rumah sakit x yogyakarta. Yang memiliki 11 (sebelas) ruangan, dimana 10 ruangan memiliki ukuran $6 \times 3 = 18 \text{ m}^2$, dan 1 ruangan memiliki ukuran $6\text{m} \times 6\text{m} = 36\text{m}^2$.

3.2.2 Letak Dan Kondisi Bangunan

Bangunan ini berlokasi di Jl. Kesehatan Sendowo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

3.2.3 Temp. Udara Luar Dan Temp. Udara Dalam

Temperatur udara luar

Berdasarkan bappeda.jogjaprov.go.id, *Temperature* udara luar dari kota yogyakarta dapat dilihat pada table table 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Kondisi *Temperature* Udara Kota Yogyakarta

NO.	Tinjauan	Nilai
1.	<i>Dry bulb (1%) (Ta)</i>	31,5°C/88,7°F
2.	<i>Wet bulb (1%)</i>	29.86°C/85,75°F
3.	<i>Humadity ratio</i>	0.057 lb/lb
4.	<i>Relative humadity</i>	85%
5.	<i>Latitude</i>	7°
6.	<i>Outdoor daily range (DR)</i>	18°F
7.	<i>average outside temperature on a design day (Ta)</i>	81,5°F

Sumber:

https://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data_dasar?id_skpd=341

Temperature udara dalam (Rancangan)

Temp. udara rancangan yang mengacu pada standar ruang isolasi rumah sakit dapat di lihat pada tabel 3.2 di bawah ini:

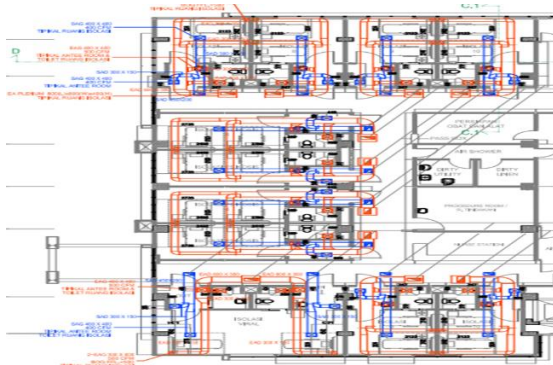
Tabel 3.2 Kondisi *Temp.* Udara Dalam (Rancangan)

No.	Tinjauan	Nilai
1.	<i>Dry bulb (1%) (Tr)</i>	26°C/78.8°F
2.	<i>Wet bulb (1%)</i>	20.34°C/68.612°F
3.	<i>Humadity ratio</i>	0.028 lb/lb
4.	<i>Relative humadity</i>	60%
5.	<i>Latitude</i>	7°
6.	Bulan terpanas	Mei
7.	Jam terpanas	12.00

Sumber: pedoman teknis prasarana rumah sakit sistem instalasi tata udara kemenkes

Gambar Ruang Isolasi Rumah Sakit

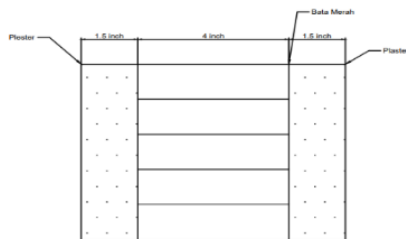
Denah dari ruangan yang akan di rancang sistem tata udara nya adalah sebagai berikut:



Gbr 3.2 Denah ruang isolasi rumah sakit

3.2.4 Kontruksi Dinding

Kontruksi dinding dari gedung rumah sakit x yogyakarta dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini:



Gbr 3.3 Kontruksi Dinding

3.2.5 Dimensi Dinding *Real*

Untuk mengetahui ukuran dimensi *real* dinding dapat di hitung dengan mengurangi dimensi total dinding, dimensi total jendela dan dimensi total pintu dapat dilihat pada tabel 3.6 dibawah ini:

Tabel 3.3 Dimensi Dinding *Real*

Posisi	Ruang	Dinding A(ft ²)	Jendela A(ft ²)	Pintu A(ft ²)	<i>Real</i> Dinding A ft ²
Timur	Ruang 1	161,456			161,456
	Ruang 2	161,456			161,456
	Ruang 3	161,456			161,456
	Ruang 4	161,456			161,456
	Ruang 5	80,724		21,51	59,214
	Ruang 6	80,724		21,51	59,214
	Ruang 7	80,724		21,51	59,214
	Ruang 8	80,724		21,51	59,214
	Ruang 9	161,456			161,456
	Ruang 10	161,456			161,456
	Ruang 11	161,456			161,456
	Ruang 1	161,456			161,456
	Ruang 2	161,456			161,456
	Ruang	161,456			161,456

Posisi	Ruang	Dinding A(ft ²)	Jendela A(ft ²)	Pintu A(ft ²)	<i>Real</i> Dinding A ft ²
Barat	3				
	Ruang 4	161,456			161,456
	Ruang 5	80,724	5,38		75,344
	Ruang 6	80,724	5,38		75,344
	Ruang 7	80,724	5,38		75,344
	Ruang 8	80,724	5,38		75,344
	Ruang 9	161,456			161,456
	Ruang 10	161,456			161,456
	Ruang 11	161,456			161,456
Selatan	Ruang 1	80,724		21,51	59,214
	Ruang 2	80,724		21,51	59,214
	Ruang 3	80,724		21,51	59,214
	Ruang 4	80,724		21,51	59,214
	Ruang 5	161,456			161,456
	Ruang 6	161,456			161,456
	Ruang 7	161,456			161,456
	Ruang 8	161,456			161,456
	Ruang 9	161,456	10,76		150,696
	Ruang 10	80,724	5,38		75,344
	Ruang 11	80,724	5,38		75,344
Utara	Ruang 1	80,724	5,38		75,344
	Ruang 2	80,724	5,38		75,344
	Ruang 3	80,724	5,38		75,344
	Ruang 4	80,724	5,38		75,344
	Ruang 5	161,456			161,456
	Ruang 6	161,456			161,456
	Ruang 7	161,456			161,456
	Ruang 8	161,456			161,456
	Ruang 9	161,456		43,02	118,436
	Ruang 10	80,724		21,51	59,214
	Ruang 11	80,724		21,51	59,214

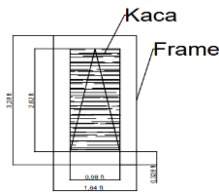
3.2.6 Dimensi Atap

Tabel 3.4 Dimensi Atap

Posisi	Ruang	P(ft)	L(ft)	A(ft ²)
Atap	Ruang 1	15,321	9,842	150,79
	Ruang 2	15,321	9,842	150,79
	Ruang 3	15,321	9,842	150,79
	Ruang 4	15,321	9,842	150,79
	Ruang 5	15,321	9,842	150,79
	Ruang 6	15,321	9,842	150,79
	Ruang 7	15,321	9,842	150,79
	Ruang 8	15,321	9,842	150,79
	Ruang 9	15,321	19,685	301,59
	Ruang 10	15,321	9,842	150,79
	Ruang 11	15,321	9,842	150,79

3.2.7 Luas Kaca

Untuk mengetahui luas kaca, kita dapat melihat gambar 3.4 dan tabel 3.11 dibawah ini:



Gambar 3.4 Dimensi Kaca

Spesifikasi kaca :

Tipe Frame = Alumminium

Kondisi = Summer

Tabel 3.5 Luas Kaca dan Frame

Jenis	P(ft)	L(ft)	A(ft ²)
Kaca	0,98	2,62	2,57

Tipe Kaca = Single, Clear

4.1 Perhitungan Beban Pendingin Eksternal

4.1.1 Beban Melalui Dinding

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban dinding kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CLTDc \times A \times U \dots \dots \dots (1)$$

$$CLTDc = CLTD + LM + (79 - Tr) + (Ta - 85)$$

Dimana;

$$CLTD \text{ Timur} = 18^{\circ}F$$

$$CLTD \text{ Barat} = 8^{\circ}F$$

$$CLTD \text{ selatan} = 11^{\circ}F$$

$$CLTD \text{ Utara} = 6^{\circ}F$$

$$LM \text{ Timur} = -1,1^{\circ}F$$

$$LM \text{ Barat} = -1,1^{\circ}F$$

$$LM \text{ Selatan} = -4,4^{\circ}F$$

$$LM \text{ Utara} = 2,7^{\circ}F$$

$$Tr = 78,8^{\circ}F$$

$$Ta = 81,5^{\circ}F$$

$$A = 161,5 \text{ ft}^2$$

$$U = 1,06 \text{ BTU/hr.ft}^2.^{\circ}F$$

Sehingga CLTDc diperoleh ruang 1posisi

$$CLTDc = CLTD + LM + (79 - Tr) + (Ta - 85)$$

$$CLTDc = 18 + (-1,1) + (79 - 78,8) + (81,5 - 85)$$

$$CLTDc = 16,9 + 0,2 + (-3,5)$$

$$CLTDc = 13,6^{\circ}F$$

3.2.8 Lighting

Tabel 3.6 Daya Lampu

Ruang	Jenis lampu	Jml lampu	Daya lampu	watt
Ruang 1	LED	4	25	100
Ruang 2	LED	4	25	100
Ruang 3	LED	4	25	100
Ruang 4	LED	4	25	100
Ruang 5	LED	4	25	100
Ruang 6	LED	4	25	100
Ruang 7	LED	4	25	100
Ruang 8	LED	4	25	100
Ruang 9	LED	4	50	200
Ruang 10	LED	4	25	100
Ruang 11	LED	4	25	100

3.2.9 Jumlah Penghuni Ruangan

Berdasarkan tempat tidur pasien di setiap ruangan, yang hanya ditempati oleh 2 pasaien dan 2 penunggu pasien.

IV. Pembahasan

Jadi nilai CLTDc adalah 13,6 °F

$$Q = CLTDc \times A \times U$$

$$Q = 13,6 \times 161,5 \times 1,06$$

$$Q = 2.328,18 \text{ BTU/hr}$$

Jadi nilai Q adalah 2.328,18 BTU/hr

4.1.2 Beban Melalui Atap

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban dinding, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = CLTDc \times A \times U \dots \dots \dots (3)$$

$$CLTDc = CLTD + LM + (79 - Tr) + (Ta - 85)$$

Diketahui:

$$CLTD \text{ Atap} = 25^{\circ}F$$

$$LM/HOR = -1,1^{\circ}F$$

$$Tr = 78,8^{\circ}F$$

$$Ta = 81,5^{\circ}F$$

$$A = 150,79 \text{ ft}^2$$

$$U = 0,17 \text{ BTU/hr.ft}^2.^{\circ}F$$

Sehingga diperoleh;

$$CLTDc \text{ Atap}$$

$$Q \text{ Atap}$$

$$CLTDc = CLTD + LM + (79 - Tr) + (Ta - 85)$$

$$CLTDc = 25 + (-1,1) + (79 - 78,8) + (81,5 - 85)$$

$$CLTDc = 23,9 + 0,2 + (-3,5)$$

$$CLTDc = 20,6^{\circ}F$$

Jadi nilai CLTDc adalah 20,6 °F

$$Q = CLTDc \times A \times U$$

$$Q = 20,6 \times 150,79 \times 0,17$$

$$Q = 528,06 \text{ BTU/hr}$$

Jadi nilai Q adalah 528,06 BTU/hr

4.1.3 Beban Melalui Lantai

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban lantai, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = TD \times A \times U \dots \dots \dots (4)$$

$$TD = T_o - T_r$$

Diketahui:

$$T_o = 89,6^\circ f$$

$$T_r = 78,8^\circ f$$

$$A = 150,8 \text{ ft}^2$$

$$U = 0,65 \text{ BTU/hr. ft}^2.^\circ f$$

Sehingga diperoleh Beban Q

$$TD = T_o - T_r$$

$$TD = 89,6 - 78,8 = 10,8^\circ f$$

Jadi nilai TD adalah 10,8 °f

$$Q = TD \times A \times U$$

$$Q = 10,8 \times 150,8 \times 0,65$$

$$Q = 1.058,6 \text{ BTU/hr}$$

Jadi nilai Q adalah 1.058,6 BTU/hr

4.1.4 Beban Melalui Kaca

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban kaca, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = CLTDc \times A \times U \dots \dots \dots (5)$$

$$CLTDc = CLTD + (79 - T_r) + (T_a - 85)$$

Diketahui:

$$CLTD \text{ Kaca} = 25^\circ F$$

$$T_r = 78,8^\circ F$$

$$T_a = 81,5^\circ F$$

$$A = 2,57 \text{ ft}^2$$

$$U = 1,01 \text{ BTU/hr. ft}^2.^\circ F$$

Maka diperoleh

$$CLTDc = 14 + (79 - 78,8) + (81,5 - 85)$$

$$CLTDc = 14 + 0,2 + (-3,5)$$

$$CLTDc = 10,7^\circ F$$

Jadi nilai CLTDc adalah 10,7 °F

$$Q = 10,7 \times 2,57 \times 1,01$$

$$Q = 27,77$$

Jadi nilai Q adalah 27,77 BTU/hr

4.1.5 Beban Radiasi Matahari Melalui Kaca

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban kaca, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = SHGF \times SC \times CLF \times A \dots \dots \dots (6)$$

Diketahui:

$$SHGF = 225^\circ F$$

$$SC = 0,74^\circ F$$

$$CLF = 0,72^\circ F$$

$$A = 2,57 \text{ ft}^2$$

Maka diperoleh

$$Q = 225 \times 0,74 \times 0,72 \times 2,57$$

$$Q = 122,45 \text{ BTU/hr}$$

Jadi nilai Q adalah 122,45 BTU/hr

4.1.6 Beban Infiltrasi

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban kaca, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Beban infiltrasi sensible

$$Q_s = CFM \times 1,1 \times (t_o - t_i) \dots \dots \dots (7)$$

$$CFM = ACH \times \text{Room Volume} / 60 \dots \dots (8)$$

$$CFM = 0,48 \times 1.236,86 / 60$$

$$CFM = 9,89$$

$$Q_s = CFM \times 1,1 \times 10,8$$

$$Q_s = 117,49$$

Beban Infiltrasi Laten

$$Q_l = CFM \times 0,68 \times (W_o - W_i) \dots \dots \dots (9)$$

$$Q_l = 9,89 \times 0,68 \times 0,028$$

$$Q_l = 0,188$$

4.1.7 Beban Ventilasi

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban kaca, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Beban Ventilasi Sensibel

$$Q_s = CFM \times 1,1 \times (t_o - t_i) \dots (10)$$

$$CFM = CFM \times \text{Jumlah Orang} \dots (11)$$

$$\text{Nilai CFM/orang} = 10 \text{ CFM}$$

$$CFM = 10 \times 4$$

$$CFM = 40$$

$$Q_s = 40 \times 1,1 \times 18$$

$$Q_s = 792 \text{ BTU/hr}$$

4.2 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN INTERNAL

4.2.1 Beban lighting

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban lighting, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = 3,4 \times W \times BF \times CLF \dots \dots \dots (13)$$

$$Q = 3,4 \times 100 \times 1,25 \times 1,0$$

$$Q = 425$$

Jadi nilai Q adalah 106,25 BTU/hr

4.2.2 Beban Orang

Berdasarkan standar yang sudah ada, untuk menghitung beban orang, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Beban orang *sensibel*
 $Q_s = q_s \times n \times CLF \dots \dots \dots (14)$

$Q_s = 250 \times 4 \times 0,96$

$Q_s = 960 \text{ BTU/hr}$

Jadi nilai Q_s adalah 960 BTU/hr

Beban *Latent*

$Q_l = q_l \times n \dots \dots \dots (15)$

$Q_l = 250 \times 4$

$Q_l = 1000 \text{ BTU/hr}$

Jadi nilai Q_l adalah 1000 BTU/hr

4.3 PEMILIHAN MESIN PENDINGIN

4.3.1 Mesin Pendingin Yang Digunakan

Mesin pendingin yang digunakan adalah mesin pendingin **Daikin Packaged FVPGR15NY1 15 PK Standing Floor R410a AC**, Daikin Standing Floor Packaged ini sangat cocok untuk ruangan yang luas seperti gedung, rumah sakit, aula, sekolah dan lain lain.

4.3.2 Perhitungan Ducting

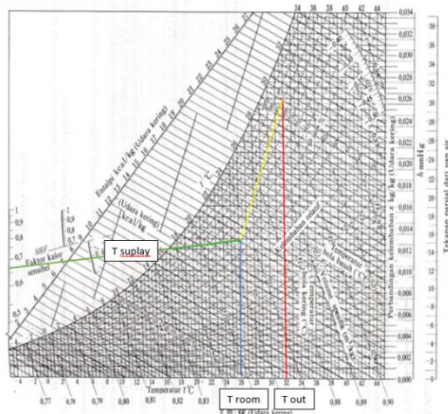
Untuk perhitungan ducting kita harus mencari nilai SHR, T_{suplay} dan nilai CFM nya dulu. Nilai SHR dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

Pada tabel 4.16 dapat dilihat nilai sensibel heat 126.532,9 BTU/hr dan nilai latent heat 11.010,62 BTU/hr.

$$SHR = \frac{SH}{TH}$$

$$SHR = \frac{125.157,88}{136.168,08}$$

$$SHR = 0,9$$



Gbr 4.1 Diagram *Psychmetrik*
 Sumber: ASHRAE HANBOOK 2021

Dengan mendapatkan nilai SHR, dengan menggunakan gambar 4.1 diagram *psycometrik* diatas ini maka dapat menentukan nilai T_{suplay} nya adalah 17°C atau 62,6°F.

Setelah mendapatkan nilai T_{suplay} kita akan mencari nilai cfm dengan rumus sebagai berikut:

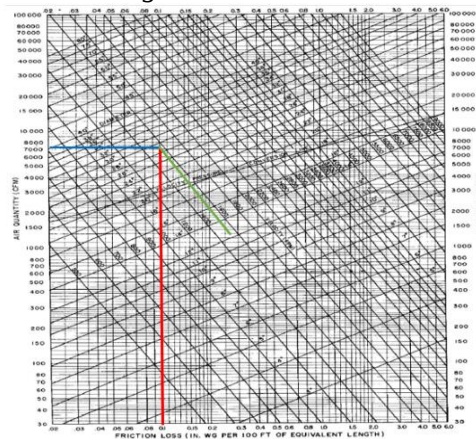
$$CFM = \frac{SH}{1,085 (T_{room} - T_{suplay})}$$

$$CFM = \frac{126.532,9}{1,085 (78,8 - 62,6)}$$

$$CFM = \frac{126.532,9}{17,577}$$

$$CFM = 7.198,8 \text{ Ft}^3/\text{Min.}$$

Dengan mendapatkan nilai CFM kita akan mencari diameter *ducting* pada Gambar 4.2 *chart ducting* desain dibawah ini:



Gbr 4.2 *Chart Ducting* Desain
 Sumber: ASHRAE HANBOOK 2021

Dari *chart ducting* diatas maka dapat di peroleh diameter ducting adalah 29, *friction lose* nya adalah 0,1 dan *volume air velocity* nya adalah 1500.

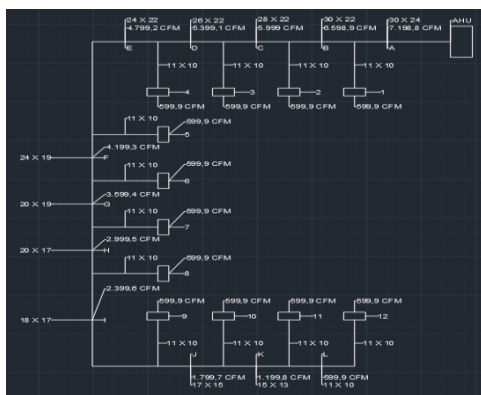
Setelah memperoleh diameter *ducting* maka kita akan melihat ukuran *ducting* pada gambar 4.3 tabel ukuran *ducting* bawah ini:

Gbr 4.3 Tabel ukuran ducting
 Sumber: ASHRAE HANBOOK 2021

Dengan melihat pada tabel ducting pada gambar 4.3 Tabel ukuran *ducting* diatas maka didapatkan ukuran *ducting* utama dengan kapasitas 7.198,8 Ft^3/min , adalah 30" x 24".

Dari nilai CFM utama kita dapat mengetahui nilai CFM setiap ruangan, denngan cara nilai CFM utama di bagi dengan jumlah ruangan dan Setelah mendapatkan ukuran *ducting* utama maka untuk ukuran ducting setiap ruangan dapat dilihat pada tabel 4.1 Ukuran *detail ducting*.

Setelah mendapatkan ukuran *detail ducting*, maka kita dapat mendesain ducting. Desain *ducting* dan ukurannya dapat dilihat pada gambar 4.4 Gambar desain *ducting* dan ukurannya dibawah ini:



Gbr 4.4 Desain *Ducting* dan Ukurannya

4.4 UKURAN DUCTING DAN DIFFUSER

4.4.1 Ukuran *Ducting*

Untuk perhitungan ducting kita harus memperoleh nilai CFM dari beban *load*, dan nilai CFM nya adalah 7.198,8 ft^3/min . Dari nilai CFM ini dapat di peroleh ukuran ducting utama melalui *chart ducting* desain adalah 29 in, *friction lose* nya adalah 0,1 dan *volume air velocity* nya adalah 1500. Setelah mendapat ukuran ducting nya, maka dapat diperoleh ukuran *square duct* nya dengan mengacu pada tabel ukuran ducting yaitu 30" x 24" In.

4.4.2 Jumlah *diffuser* dan Ukuran *diffuser*

Setelah mendapatkan nilai CFM dan ukuran ducting utama, maka akan di *suplay* kepada sebelas ruangan yang dimana 10 ruangan mempunyai 1 *diffuser* dan 1 ruangan mempunyai 2 *diffuser*, maka jumlah *diffuser* adalah 12 yang dimana

setiap *diffuser* mempunyai CFM, ukuran ducting, *air volume velocity* dan *square duct* yang sama, karena diambil nilai rata – rata nya yaitu: 10.544,4 BTU/hr, $\text{CFM} = 599,9 \text{ ft}^3/\text{min}$, ukuran ducting = 11,5 In, *air volume velocity* = 850, dan *square duct* = 11" x 10" In.

4.5 BAHAN DUCTING

Ducting AC ini terbuat dari bahan *polyurethane*, yang mirip seperti *styrofoam*. Kelebihan bahan ini yaitu bobotnya yang ringan, *density*/massa jenis yang baik (71,49 Kg/m³), mampu bertahan di suhu -60°C sampai dengan +80°C, dengan tekanan maksimal 2000 Pa.

V. SIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan penelitian diperoleh sebagai berikut:

1. Diperoleh beban total pendingin dari ruang isolasi rumah sakit x yogyakarta adalah sebagai berikut: Beban sensible 126.532,9 BTU/hr dan beban laten 11.010,62 BTU/hr. sehingga total beban 137.543,52 BTU/hr.
2. Pemilihan mesin pendingin yang dipilih adalah Daikin Packaged FVPGR15NY1 Standing Floor R410a AC, dimana mesin pendingin ini mempunyai kapasitas 160.000 BTU/hr dan berdaya listrik 17.800 watt.
3. Nilai udara yang diproduksi sebesar 7.198,8 ft^3/min . dengan ukuran ducting desain adalah 29 in, atau setara 30" x 22" In *friction lose* nya adalah 0,1 dan *volume air velocity* nya adalah 1500.

DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE Handbook Fundamentals; 2021

Andi Muhammad Irfan, Analisis Perolehan Beban Kalor dari Dinding Terhadap Air Conditioner Teknologi Volume 13 NO. 3 APRIL 2011

Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2015 Bandung, Indonesia, 10-11 Desember 2015

*Edwin Syahrial¹, Rasyid Hadi Sudono², JTI |
Volume 1, Issue 1 (2021) | 34-40,
Perencanaan beban pendingin pada Gedung
baru Rumah Sakit PMI Bogor Metode
CLTD, 2021

Baharudin¹, Meli Mardiana², Jurnal PETRA |
Volume 6, No.1, Januari-Juni
2019|Perencanaan sistim tata Uadara pada
Gedung Kantor Kepala Desa Keban 2, 2019

Annisa Pramudhita¹, Rudi Hermawan²,
JTT (Jurnal Teknologi Terapan) |
Volume 6, Nomor 2, September 2020,
Perencanaan sisitim tata udara pada
ruang NICU di lantai 3 Rumah sakit X
, 2020

Markus¹, Iman Firman², Jurnal Energi
Volume 11 Nomor 2 November 2021
ISSN: 2089-2527, Perancangan Sistem
Tata Udara pada Instalasi Ruang
Farmasi RSAB Harapan Kita Jakarta,
2021

[http://www.engineeringtoolbox.com/therm
al.conductivity .d429.html](http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity .d429.html)

[https://id.weatherspark.com/y/121494/Cua
ca-Rata-rata-pada-bulan-in-DI-
Yogyakarta-Indonesia-Sepanjang-
Tahun](https://id.weatherspark.com/y/121494/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-DI-Yogyakarta-Indonesia-Sepanjang-Tahun)

[https://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data
dasar?id_skpd=341](https://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data_dasar?id_skpd=341)