Analisis Temperatur Terhadap Perpindahan Panas Pada Sistem Pendingin

Erlina Lazahimu^{1)*}, La Ode Safiuddin²⁾, La Hasanudin³⁾

^{1)*} Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FKIP UHO, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93232

²⁾ Dosen Jurusan Pendidikan Fisika FKIP UHO, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93232

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin FT UHO, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93232

*Koresponden Email: erlinalazahimu99@gmail.com

Abstract: *This study aims to: (1) determine the heat transfer process of the room area; (2) to determine the effect of sensible heat load on the performance of air conditioner / AC. This study used an experimental method to obtain data on the temperature of the external coolant load, the load on the inner cooler, the area of the room and the surface area data for each cooling load. The results of this study indicate that: the heat load greatly affects the performance of the air conditioner (AC) in producing a comfortable temperature in the room, such as in the meeting room of the BNN Province of SULTRA using 2 PK AC capacity with a total cooling load of 34,979 Btu / hr or 8,744.75 kcal, so that you have to add an AC unit with a minimum capacity of 2 PK to obtain the calorific value that can be moved by the AC (Q_1) is greater than the heat load generated by the room (Q_2), which is 36,000 Btu / hr > 34,979 Btu / hr or 9,000 kcal > 8,744.75 kcal so that comfortable conditions will be obtained.*

Keywords: *Temperature; Cooling Load; Heat Transfer; Air Conditioner (AC)*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengetahui proses perpindahan panas terhadap luas ruangan; (2) mengetahui pengaruh beban kalor sensibel terhadap kinerja air conditioner/AC. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh data suhu beban pendingin luar, beban pendingin dalam, luas ruangan dan data luas permukaan setiap beban pendingin. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : beban kalor sangat mempengaruhi kinerja air conditioner (AC) dalam menghasilkan suhu nyaman dalam ruangan, seperti pada ruang rapat BNN Provinsi SULTRA menggunakan kapasitas AC 2 PK dengan beban pendingin total sebesar 34.979 Btu/hr atau 8.744,75 kcal, sehingga harus melakukan penambahan unit AC dengan kapasitas minimal 2 PK untuk memperoleh nilai kalor yang dapat dipindahkan AC (Q_1) lebih besar dari beban kalor yang dihasilkan ruangan (Q_2) yaitu 36.000 Btu/hr > 34.979 Btu/hr atau 9.000 kcal > 8.744,75 kcal sehingga akan diperoleh kondisi yang nyaman.

Kata Kunci: Temperatur; Beban Pendingin; Perpindahan Panas; Air Conditioner (AC)

PENDAHULUAN

Refrigeran adalah liduid atau cairan pendingin yang digunakan dalam sistem pengkondisian udara. Refrigerasi adalah pengeluaran kalor dari suatu ruangan dan kemudian mempertahankan keadaannya sedemikian rupa sehingga temperaturnya lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Refrigerasi merupakan terapan dari teori perpindahan kalor dan termodinamika, pada dasarnya prinsip kerja Air Conditioner (AC) sama dengan refrigerasi, namun Air Conditioner (AC) tidak berfungsi sebagai pendingin saja, tetapi harus dapat menghasilkan udara nyaman. Hal ini dilakukan dengan jalan pengontrolan terhadap kondisi udara yang meliputi

suhu, kelembaban dan gerakan udara (Alfons, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zuberi pada tahun 2016 tentang pembuatan dan pengujian alat uji prestasi sistem pengkondisian udara (air conditioning) Jenis Split. Untuk hasil pengujian untuk nilai COP, semakin meningkat seiring beban yang semakin besar. Untuk nilai konsumsi energi semakin tinggi beban maka nilai konsumsi energi semakin menurun dan untuk hasil pada EER semakin tinggi beban maka nilai EER cenderung semakin kecil karena seiring besarnya beban dan temperatur pengujian. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Zein Muhammad Zein pada tahun 2019 tentang analisa sistem pendingin untuk

kenyamanan ruangan pada industri garmen. Air Conditioner (AC) yang terpasang pada industri Garmen kapasitasnya tidak sesuai dengan beban kalor yang ditimbulkan selama pekerjaan berlangsung. Suatu ruangan yang menggunakan pengkondisian udara selain mengetahui hal-hal tersebut juga harus mengetahui bagaimana beban internal dan eksternal dari suatu pengkondisian udara yang menghasilkan panas dan mengakibatkan kenaikan suhu di ruangan tersebut yang mempengaruhi kinerja pengkondisian udara.

Setiap bangunan atau ruangan selain mempunyai kondisi beban pendingin puncak juga mempunyai beban total pendingin ruangan, yang biasanya berubah-ubah setiap jamnya. Berdasarkan hal tersebut, suatu gedung atau ruangan yang akan dikondisikan dengan memasang sistem tata udara maka perlu diketahui terlebih dahulu beban maksimum yang ada dan harus ditanggulangi dengan tepat agar dapat dipakai peralatan yang

sesuai untuk dipasang. Sehingga, tidak terjadi pemborosan energi dan biaya, serta kemungkinan kurangnya kapasitas mesin yang menyebabkan tidak tercapainya kondisi yang diinginkan. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan perhitungan besaran beban yang tepat pada sistem pengkondisian udara dan menentukan beban yang diterima oleh mesin pendingin (Subedjo, 2011). Semakin banyak beban suatu ruangan maka suhu di ruangan tersebut juga semakin meningkat, suhu inilah yang mempengaruhi kinerja sistem pendingin.

METODE

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai selesai bertempat di ruang rapat kantor badan narkotika nasional provinsi sulawesi tenggara.

2. Prosedur Penelitian

a. Bagan Alir Prosedur Penelitian

Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

b. Analisis Data

1) Beban Pendingin Luar

a) Beban kalor melalui kaca

$$Q = \left[0,4 a_g (a_{sd} + t_{sd} + r_g sd + 0,4 a_g r_{sd}) \right] \frac{R}{0,88} \times A$$

b) Beban kalor melalui dinding

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta t$$

c) Beban kalor melalui langit-langit

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta t$$

d) Beban kalor melalui lantai

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta t$$

e) Beban kalor melalui infiltrasi ruangan

$$Q = cfm \cdot \Delta t \cdot 1,08$$

2) Beban pendingin dalam

a) Penghuni -> asumsi duduk santai

$$Q_{pria} = \sum \text{orang} \times \text{beban orang beraktifitas}$$

$$Q_{wanita} = \sum \text{orang} \times \text{beban orang beraktifitas} \times 0,85$$

b) Lampu -> beban sensibel lampu *Flourecent (neon)*

$$Q = \text{total watt} \times 1,25 \times 3,4$$

c) Komputer

$$Q = \text{total watt} \times 3,4$$

d) LCD

$$Q = \text{total watt} \times 3,4$$

3) Beban Transmisi Panas Ruangan

$$Q = U A (t_0 - t_1)$$

HASIL PENELITIAN

1. Data yang diperoleh

$$\text{Luas Ruangan} = 8,25 \times 7,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi Ruangan} = 3,3 \text{ m}$$

$$\text{Luas Kaca 1 (9 buah)} = 1,7 \times 0,8 \text{ m}^2 \text{ atau } 14,64 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Kaca 2 (2 buah)} = 2,2 \times 0,9 \text{ m}^2 \text{ atau } 21,313 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Kaca 3 (6 buah)} = 1,7 \times 0,5 \text{ m}^2 \text{ atau } 9,149 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Kaca 4 (2 buah)} = 2 \times 1 \text{ m}^2 \text{ atau } 3,4 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Kaca 5 (2 buah)} = 2 \times 0,6 \text{ m}^2 \text{ atau } 1,2 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Kaca 6 (4 buah)} = 0,6 \times 0,5 \text{ m}^2 \text{ atau } 0,3 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Kaca 7 (4 buah)} = 1 \times 0,5 \text{ m}^2 \text{ atau } 0,5 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Dinding Belakang} = 7,35 \times 3,3 \text{ m}^2 \text{ atau } 261,08 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Dinding Depan} = 8,25 \times 3,3 \text{ m}^2 \text{ atau } 293,05 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Dinding Kiri} = 7,1 \times 3,3 \text{ m}^2 \text{ atau } 252,2 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Dinding Kanan} = 6 \times 3,3 \text{ m}^2 \text{ atau } 213,13 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Langit-langit} = 8,25 \times 7,1 \text{ m}^2 \text{ atau } 630,5 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas Lantai} = 8,25 \times 7,1 \text{ m}^2 \text{ atau } 630,5 \text{ ft}^2$$

$$\text{Penghuni (menghadiri rapat)} = 30 \text{ (20 pria dan 10 wanita)}$$

$$10 \text{ Buah Lampu neon (21 watt)}$$

$$1 \text{ Buah Komputer (100 watt)}$$

$$1 \text{ Buah LCD (250 watt)}$$

a) Beban Transmisi Panas Ruangan

Beban transmisi panas yang terjadi pada ruangan yaitu melalui kaca, dinding, lantai dan langit-langit.

1) Transmisi Panas Melalui Kaca (pukul 08:00)

$$Q = U A (t_0 - t_1)$$

$$\text{Dik : } A = 14,693 \text{ ft}$$

$$U = 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Dit : } Q_{\text{Kaca 1}} = \dots?$$

Penyelesaian :

$$Q = U A (t_0 - t_1)$$

$$Q = 14,693 \cdot 0,8 \cdot 1$$

$$Q = 11,711 \text{ Btu/hr}$$

Tabel 1. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 1 pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t ₀	t ₁	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	14,639	26	25	1	11,711	2,927
10:00	0,8	14,639	26,1	25	1,1	12,882	3,22
12:00	0,8	14,639	26,3	25	1,3	15,224	3,806
14:00	0,8	14,639	26,2	25	1,2	14,053	3,513
16:00	0,8	14,639	25,9	25	0,9	10,54	2,635
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 1						64,411	16,102

Tabel 2. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 2 pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	21,3127	26,03	25	1,03	17,561	4,39
10:00	0,8	21,3127	26,07	25	1,07	18,243	4,56
12:00	0,8	21,3127	26,38	25	1,38	23,529	5,882
14:00	0,8	21,3127	26,25	25	1,25	21,312	5,328
16:00	0,8	21,3127	25,97	25	0,97	16,538	4,134
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 2						97,186	24,296

Tabel 3. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 3 pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
08:00	0,8	9,1494	30,08	25	5,08	37,183	9,295
10:00	0,8	9,1494	29,9	25	4,9	35,865	8,966
12:00	0,8	9,1494	30,92	25	5,92	43,331	10,832
14:00	0,8	9,1494	30,21	25	5,21	38,134	9,533
16:00	0,8	9,1494	29,32	25	4,32	31,62	7,905
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 3						186,135	46,533

Tabel 4. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 4 pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	21,528	29,97	25	4,97	85,595	21,398
10:00	0,8	21,528	29,82	25	4,82	83,012	20,753
12:00	0,8	21,528	30,89	25	5,89	101,44	25,36
14:00	0,8	21,528	30,17	25	5,17	89,039	22,259
16:00	0,8	21,528	29,12	25	4,12	70,956	17,739
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 4						430,043	107,51

Tabel 5. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 5 pada pukul 08:00 s/d 16 :00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	12,9168	29,71	25	4,71	48,67	12,167
10:00	0,8	12,9168	29,69	25	4,69	48,463	12,115
12:00	0,8	12,9168	30,86	25	5,86	60,554	15,138
14:00	0,8	12,9168	30,09	25	5,09	52,597	13,149
16:00	0,8	12,9168	29,15	25	4,15	42,883	10,72
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 5						253,169	63,292

Tabel 6. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 6 pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	3,2292	29,42	25	4,42	11,418	2,854
10:00	0,8	3,2292	29,67	25	4,67	12,064	3,016
12:00	0,8	3,2292	30,73	25	5,73	14,802	3,7
14:00	0,8	3,2292	30,1	25	5,1	13,175	3,293
16:00	0,8	3,2292	29,13	25	4,13	10,669	2,667
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 6						62,129	15,532

Tabel 7. Perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 7 pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	5,382	29,42	25	4,42	19,03	4,757
10:00	0,8	5,382	29,67	25	4,67	20,107	5,026
12:00	0,8	5,382	30,73	25	5,73	24,671	6,167
14:00	0,8	5,382	30,1	25	5,1	21,958	5,489
16:00	0,8	5,382	29,13	25	4,13	17,782	4,445
Total Transmisi Panas Melalui Kaca 7						103,55	25,887

Grafik perhitungan beban transmisi panas melalui kaca 1 s/d 7 pada pukul 08:00 s/d 16:00.

Gambar 2. Beban transmisi panas melalui kaca 1 s/d 6 pada pukul 08:00 s/d 16:00

2) Transmisi panas melalui dinding

Tabel 8. Perhitungan beban transmisi panas melalui dinding belakang pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
8:00	0,8	261,08	26,6	25	1,6	334,183	83,545
10:00	0,8	261,08	26,92	25	1,92	401,02	100,255
12:00	0,8	261,08	27,13	25	2,13	444,882	111,22
14:00	0,8	261,08	27,19	25	2,19	457,414	114,353
16:00	0,8	261,08	26,91	25	1,91	398,931	99,732
Total Transmisi Panas Melalui Dinding Belakang						2036,43	509,107

Tabel 9. Perhitungan beban transmisi panas melalui dinding depan pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
08:00	0,25	293,05	26,36	25	1,36	99,637	24,909
10:00	0,25	293,05	26,54	25	1,54	112,824	28,206
12:00	0,25	293,05	26,81	25	1,81	132,605	33,151
14:00	0,25	293,05	26,77	25	1,77	129,675	32,418
16:00	0,25	293,05	26,41	25	1,41	103,3	25,825
Total Transmisi Panas Melalui Dinding Depan						578,041	144,51

Tabel 10. Perhitungan beban transmisi panas melalui dinding kiri pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
08:00	0,25	252,201	26	25	1	63,05	15,762
10:00	0,25	252,201	26,42	25	1,42	89,531	22,382
12:00	0,25	252,201	26,64	25	1,64	103,402	25,85
14:00	0,25	252,201	26,75	25	1,75	110,338	27,584

16:00	0,25	252,201	26,31	25	1,31	82,595	20,648
Total Transmisi Panas Melalui Dinding Kiri						448,917	112,229

Tabel 11. Perhitungan beban transmisi panas melalui dinding kanan pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
08:00	0,8	213,13	26,67	25	1,67	284,738	71,184
10:00	0,8	213,13	26,65	25	1,65	281,328	70,332
12:00	0,8	213,13	26,56	25	1,56	265,983	66,495
14:00	0,8	213,13	26,71	25	1,71	291,558	72,889
16:00	0,8	213,13	26,44	25	1,44	245,523	61,38
Total Transmisi Panas Melalui Dinding Kanan						1369,13	342,282

Grafik perhitungan beban transmisi panas melalui dinding belakang, depan, kiri dan kanan pada pukul 08:00 s/d 16:00.

Gambar 3. Beban transmisi panas melalui dinding belakang, depan, kiri dan kanan pada pukul 08:00 s/d 16:00

3) Transmisi panas melalui langit-langit

Tabel 12. Perhitungan beban transmisi panas melalui langit-langit pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
08:00	0,25	630,5	27	25	2	315,251	78,812
10:00	0,25	630,5	27	25	2	315,251	78,812
12:00	0,25	630,5	27,7	25	2,7	425,588	106,397
14:00	0,25	630,5	27,8	25	2,8	441,351	110,337
16:00	0,25	630,5	27,2	25	2,2	346,776	86,694
Total Transmisi Panas Melalui Langit-langit						1844,22	461,055

Grafik perhitungan beban transmisi panas melalui langit-langit pada pukul 08:00s/d 16:00.

Gambar 4. Beban transmisi panas melalui langit-langit pada pukul 08:00 s/d 16:00

4) Transmisi panas melalui lantai

Tabel 13. Perhitungan beban transmisi panas melalui lantai pada pukul 08:00 s/d 16:00

Pukul	U	A	t_0	t_1	ΔT	Q (btu/h)	Q kcal
08:00	0,58	630,501	26	25	1	365,691	91,422
10:00	0,58	630,501	26,1	25	1,1	402,26	100,565
12:00	0,58	630,501	26,3	25	1,3	475,398	118,849
14:00	0,58	630,501	26,2	25	1,2	438,829	109,707
16:00	0,58	630,501	25,9	25	0,9	329,122	82,28
Total Transmisi Panas Melalui Lantai						2011,3	502,825

Grafik perhitungan beban transmisi panas melalui lantai pada pukul 08:00 s/d 16:00.

Gambar 5. Beban transmisi panas melalui lantai pada pukul 08:00 s/d 16:00

b) Perhitungan Total Beban Pendingin Luar dan Dalam

1) Beban Pendingin Luar

a) Melalui Kaca

$$Q_{Total\ Kaca} = Q_{Kaca1} + Q_{Kaca2} + Q_{Kaca3} + Q_{Kaca4} + Q_{Kaca5} + Q_{Kaca6} + Q_{Kaca7}$$

$$Q_{Total\ Kaca} = 850,81 + 1.173 + 597 + 1.403 + 841 + 210 + 1403$$

$$Q = 5.425 \text{ Btu/hr atau } 1.356,25 \text{ kcal}$$

b) Melalui Dinding

$$Q_{Total\ Dinding} = Q_{Belakang} + Q_{Depan} + Q_{Kiri} + Q_{Kanan}$$

$$Q_{Total\ Dinding} = 3.602,92 + 1.400,05 + 1.253,44 + 3.234,42$$

$$Q = 9.491 \text{ Btu/hr atau } 2.372,75 \text{ kcal}$$

c) Melalui Langit-langit

$$Q = 2.412 \text{ Btu/hr atau } 603 \text{ kcal}$$

d) Melalui Lantai

$$Q = 7.862 \text{ Btu/hr atau } 1.965,5 \text{ kcal}$$

e) Melalui Infiltrasi

$$Q = 1.151 \text{ Btu/hr atau } 287,75 \text{ kcal}$$

Sehingga Beban Total Pendingin Luar adalah :

$$Q_{Total\ Pendingin\ Luar} = Q_{Kaca} + Q_{Dinding} + Q_{Langit - langit} + Q_{Lantai} + Q_{Infiltrasi}$$

$$Q_{Total\ Pendingin\ Luar} = 5.425 + 9.491 + 2.412 + 7.862 + 1.151$$

$$Q_{Total\ Pendingin\ Luar} = 26.341 \text{ Btu/Hr atau } 6.585,25 \text{ kcal}$$

2) Beban Pendingin Dalam

$$Q_{Total\ Pendingin\ Dalam} = Q_{Penghuni\ Pria} + Q_{Penghuni\ Wanita} + Q_{Lampu} + Q_{Komputer} + Q_{LCD}$$

$$Q_{Total\ Pendingin\ Dalam} = 4.600 + 1.955 + 892,5 + 850 + 340$$

$$Q_{Total\ Pendingin\ Dalam} = 8.638 \text{ Btu/Hr atau } 2.159,5 \text{ kcal}$$

3) Total Beban Pendingin

$$Q_{Total\ Pendingin} = Q_{Pendingin\ Luar} + Q_{Pendingin\ Dalam}$$

$$Q_{Total\ Pendingin} = 26.341 + 8.638$$

$$Q_{Total\ Pendingin} = 34.979 \text{ Btu/H atau } 8.744,75 \text{ kcal}$$

PEMBAHASAN

Beban Pendingin Merupakan jumlah panas yang dipindahkan oleh suatu sistem pengkondisian udara. Beban pendingin terdiri dari beban pendingin luar (eksternal) dan beban pendingin dalam (internal). Suatu ruangan yang menggunakan sistem pengkondisian udara harus mengetahui terlebih dahulu besarnya kalor yang dapat dipindahkan misalkan (Q_1) dan memperhitungkan besarnya kalor yang akan dihasilkan baik dari beban pendingin luar maupun beban pendingin dalam misalkan (Q_2). Salah satu ruangan yang menggunakan sistem pengkondisian udara adalah Ruang Rapat Kantor Badan Narkotika Nasional Provinsi Sulawesi Tenggara. Ruang rapat tersebut menggunakan pengkondisian udara atau AC dengan kapasitas 2 PK. Beban pendingin luar ruangan terdiri dari beban kalor melalui kaca, dinding, langit-langit, lantai dan infiltrasi. Sedangkan beban pendingin dalam terdiri dari beban kalor penghuni, lampu, computer dan LCD.

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan total beban kalor pendingin luar diperoleh nilai sebesar 26.341 Btu/hr atau 6.585,25 kcal. Beban kalor pendingin luar yang cukup besar adalah beban kalor melalui dinding ruangan bagian belakang (timur) sebesar 3.603 Btu/hr atau 900,75 kcal karena terkena sinar matahari langsung. Sedangkan perhitungan total beban kalor pendingin dalam diperoleh nilai sebesar 8.638 Btu/hr atau 2.159,5 kcal. Beban kalor pendingin dalam yang cukup besar adalah beban penghuni sebesar 6.555 Btu/hr atau 1.638,75 kcal karena semakin banyak penghuni maka akan semakin banyak kalor yang dihasilkan.

Berdasarkan perhitungan total beban pendingin baik beban kalor pendingin luar dan beban kalor pendingin dalam diperoleh nilai sebesar 34.979 Btu/hr atau 8.744,75 kcal. Diketahui bahwa di ruang rapat tersebut menggunakan kapasitas pengkondisian udara atau AC 2 PK dengan luas ruangan 8,25 x 7,1 m², secara teori

kapasitas AC 2 PK dapat memindahkan panas sebesar 18.000 Btu/hr saja atau setara dengan 4.500 kcal, sehingga nilai kalor yang dihasilkan lebih besar daripada kalor yang dapat dihilangkan yaitu $Q_1 = 18.000 \text{ Btu/hr} < Q_2 = 34.979 \text{ Btu/hr}$ atau $4.500 \text{ kcal} < 8.744,75 \text{ kcal}$. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan sistem pengkondisian udara atau AC dengan kapasitas minimal 2 PK sehingga akan diperoleh nilai kalor yang dipindahkan lebih besar dari kalor yang dihasilkan yaitu $Q_1 = 36.000 \text{ Btu/hr} > Q_2 = 34.979 \text{ Btu/hr}$ atau $9.000 \text{ kcal} > 8.744,75 \text{ kcal}$.

Berdasarkan perhitungan beban transmisi panas melalui kaca, dinding, langit-langit dan lantai diperoleh nilai transmisi panas sebesar 9416 Btu/hr atau 2.354 kcal. Beban transmisi yang cukup besar adalah beban transmisi melalui dinding sebesar 4363 Btu/hr atau 1.090,75 kcal karena memiliki luas dan bagian yang lebih banyak dari beban transmisi lainnya.

Hasil penelitian yang diperoleh di dukung oleh penelitian yang dilakukan Ridhuan 2013 tentang “Analisis Kebutuhan Beban Pendingin dan Daya Alat Pendingin AC untuk Aula Kampus 2 UM Metro” hasil penelitiannya adalah beban pendingin di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu beban pendinginan luar berupa panas melalui dinding, kaca, pintu atap dan lantai ruangan. Faktor yang cukup besar pengaruhnya yaitu pada dinding ruangan sebelah timur karena terkena sinar matahari langsung. Sedangkan untuk beban pendinginan dalam yaitu beban penghuni, komputer, lampu dan LCD. Faktor yang cukup besar yaitu orang, karena setiap orang akan mengeluarkan panas, semakin banyak orang maka akan semakin banyak panas yang dikeluarkan. Sehingga untuk ruang aula yang berukuran panjang 19,85 m dan lebar 7,85 m diperlukan kapasitas AC sebesar 8,6 PK yaitu sebesar 77.400 Btu/hr atau 19.350 kcal.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Syahrizal 2013 tentang “Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan” hasil penelitiannya adalah makin besar beban pendingin di dalam suatu ruangan, maka makin banyak kalor yang harus diserap oleh evaporator, dengan demikian kerja kompresor untuk mensirkulasikan refrigeran ke sistem AC akan semakin berat sehingga energi listrik yang dikonsumsi akan semakin banyak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut: Proses perpindahan panas yang terjadi pada luas ruangan $58,575 \text{ m}^2$ atau $630,501 \text{ ft}^2$ yaitu secara radiasi dan konduksi melalui beban ruangan, sehingga di peroleh nilai beban total kalor sebesar 34.979 Btu/hr atau 8.744,75 kcal. Beban kalor sangat mempengaruhi kinerja *air conditioner* (AC) dalam

menghasilkan suhu nyaman dalam ruangan, seperti pada ruang rapat BNN Provinsi SULTRA menggunakan kapasitas AC 2 PK dengan beban pendingin total sebesar 34.979 Btu/hr atau 8.744,75 kcal, sehingga harus melakukan penambahan AC dengan kapasitas minimal 2 PK untuk memperoleh nilai kalor yang dapat dipindahkan AC (Q_1) lebih besar dari beban kalor yang dihasilkan ruangan (Q_2) yaitu $36.000 \text{ Btu/hr} > 34.979 \text{ Btu/hr}$ atau $9.000 \text{ kcal} > 8.744,75 \text{ kcal}$ sehingga akan diperoleh kondisi yang nyaman.

SARAN

Saran yang dapat kami berikan sehubungan dengan penelitian yang dilakukan sebagai berikut: Peneliti selanjutnya untuk melakukan perhitungan beban pendingin pada bangunan atau kantor yang memiliki bagian peneduh. Lokasi penelitian diharapkan untuk menambah unit AC dengan kapasitas minimal 2 PK.. Ruangan yang akan menggunakan sistem pengkondisian udara harus terlebih dahulu memperhitungkan beban panas atau kalor yang dapat dipindahkan AC dan beban pendingin total dari ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfons E.P.,dkk, 2013, ‘Analisis Pengaruh Variasi Massa LPG sebagai Refrigeran Terhadap Prestasi Kerja dari Lemari Es’, Jurnal ROTOR Vol.6 Nomor, Januari 2013, Kalimantan, Universitas Jember..
- ASHRAE, 1997, ‘Handbook of Fundamentals’.
- ASHRAE, 2001, ‘Cooling Load Calculations and Principles’.
- ASHRAE, 2016, ‘Handbook HVAC Systems and Equipment’.
- Astu Pudjanarso, dan Jati Nursuhud, 2008, ‘Mesin Konversi Energi Edisi Revisi’, Yogyakarta, CV Andi Offset.
- Carrier, 1965, ‘Handbook of air Conditioning System Design’, New York, McGraw-Hill Book Company.
- Fraim, David, Simamora.,dkk, 2014, ‘Analisis Efektivitas Radiator Pada Mesin Toyota Kijang Tipe 5 K’, Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 4 Nomor 2, Manado, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, hh. 140-141. DOI : jptmesin150266.
- Harahap, Sabaruddin.,dkk, 2014, ‘Perhitungan Ulang Beban Pendinginan Pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Blok III Kementerian Kehutanan Jakarta’, SINERGI Vol. 18, No. 3, Oktober 2014, Jakarta, Universitas Mercu Buana, hh. 150-151. DOI : 10.224/sinergi.
- Joto, R, 2013, ‘Studi Perbandingan Pemakaianenergi Air Conditioner Inverter Dengan Air Conditioner

- Konvensional*', ELTEK , hh.110-121. DOI : <http://eltek.polinema.ac.id/index.php/eltek/article/view/9>.
- Muhammad, Zein, 2019, '*Analisa Sistem Pendingin Untuk Kenyamanan Ruangan Pada Industri Garmen*', Jurnal Teknik Mesin Ubl, Vol.6 No.2, Lampung, Universitas Bandar Lampung.
- Priyadi, Irnanda, 2009, '*Optimasi Penggunaan Ac Sebagai Alat Pendingin Ruangan*', Jurnal Ilmiah Bidang Sains Teknologi Murni Disiplin dan Antar Disiplin. Vol II. No. 6, September 2009, Bengkulu, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, hh. 47-49. DOI : <http://respository.unib.ac.id/id/eprint/7354>.
- Ridhuan, Kemas dan Andi, Rifai, 2013, '*Analisa Kebutuhan Beban Pendingin dan Daya Alat Pendingin Ac Untuk Aula Kampus 2 Um Metro*', TURBO ISSN 2301-6663 Vol. 2 N0. 2, Lampung, Universitas Muhammadiyah Metro, hh. 12. DOI : <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v2i2.26>.
- Subedjo, Slamet, dkk, 2011, '*Analisa Variasi Beban Pendingin Udara Kapasitas 1 PK pada Ruang Instalasi Uji dengan Pembebanan Lampu*', Tegal, Universitas Pancasakti.
- Suhendar, dkk, (2013), '*Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruangan di Gedung Rumah Sakit Uum Daerah (RSUD) Cilegon*', Cilegon, SETRUM , II, hh. 21-27. DOI : <http://dx.doi.org/10.60553/setrum.v2i2.486>.
- Susanto, Arief,. dkk, 2017, '*Analisis Kebutuhan Beban Pendingin Dengan Metode Cooling Load Temperature Difference (Cltd) Pada Ruang Lobby Gedung Simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia*', Jurnal Ilmiah Aviassi Langit Biru Vol. 10 No.3 Oktober 2017, Tangerang, Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug. Hh. 32-35. DOI : <http://journal.ppicurug.ac.id/index.php/jurnal-langit-biru/article/view/223>.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, '*Tabel Konduktivitas Termal*', SNI-03-6389-2011 ISO 8336 2009 Edisi 2.
- Syahrizal, Iman,. dkk, 2013, '*Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan*', Jurnal ELKHA Vol.5, No 1, Maret 2013, Pontianak, Universitas Tanjungpura. DOI : <http://dx.doi.org/10.26418/elkha.v5i1.3002>.
- Yunus A, Cengel, 1997, '*Thermodynamics and Heat Transfer*', Mc. Graw Hill, America.