

**ANALISIS EVALUASI BEBAN PENDINGIN RUANG KAMAR TIDUR
PADA RUMAH TYPE 36**



**MUHAMMAD RADEN KUSUMA
41320120058**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MERCU BUANA JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS EVALUASI BEBAN PENDINGIN RUANG KAMAR TIDUR PADA RUMAH TYPE 36



Disusun oleh:

Nama	: Muhammad Raden Kusuma
NIM	41320120058
Program Studi	: Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Raden Kusuma
NIM : 41320120058
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Tugas Akhir : Analisis Evaluasi Beban Pendingin Ruang Kamar Tidur Pada Rumah Type 36

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Henry Charles, S.T, M.T
NIDN : 0301087304
Penguji 1 : Dr.Rita Sundari, M.Sc
NIDN : 8836901019
Penguji 2 : Gilang Awan Yudhistira, S.T, M.T
NIDN : 0320029602

()
()
()

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 3 Januari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Raden Kusuma
NIM : 41320120058
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Evaluasi Beban Pendingin Ruang Kamar Tidur pada Rumah Type 36

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 19 Desember 2023



(Muhammad Raden Kusuma)

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah memberikan karunia rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi di Universitas Mercu Buana. Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira S.T, M.T , selaku Sekretaris Program Studi. dan Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Henry Carles, S.T., M.T , selaku pembimbing Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua yang tidak pernah henti-hentinya memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan tugas akhir.
7. Teman-teman sejawat yang selalu membantu dan mendukung saya.
Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan mahasiswa dan untuk semua pihak yang membaca tugas akhir ini.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 19 Desember 2023



(Muhammad Raden Kusuma)

ABSTRAK

Tata udara dapat didefinisikan sebagai pengontrolan secara simultan semua faktor yang dapat berpengaruh terhadap kondisi fisik dan kimiawi udara dalam struktur tertentu. Faktor-faktor tersebut meliputi : suhu udara, tingkat kelembaban udara, pergerakan udara, distribusi udara dan polutan udara. Di mana sebagian besar dari faktor tersebut di atas dapat berpengaruh terhadap kesehatan tubuh dan kenyamanan. Karena dalam beberapa hal manusia membutuhkan lingkungan udara yang nyaman untuk dapat beraktivitas secara optimal. Dalam penelitian ini menunjukan total kapasitas beban pendingin di ruang kamar tidur yaitu sebesar 900,67 Watt dan menggunakan mesin pendingin dengan kapasitas $\frac{3}{4}$ PK dengan daya 595 watt. Kapasitas mesin pendingin yang digunakan belum mampu menunjang kebutuhan beban pendingin sehingga harus melakukan pergantian mesin pendingin dengan kapasitas 1 PK untuk menunjang kebutuhan beban pendingin pada kamar tidur.

Kata Kunci: pengkondisian udara , beban pendingin , kenyamanan



ABSTRACT

Air conditioning can be defined as the simultaneous control of all factors that can affect the physical and chemical conditions of the air in a particular structure. These factors include: air temperature, air humidity level, air movement, air distribution and air pollutants. Where most of the factors mentioned above can affect body health and comfort. Because in some cases humans need a comfortable air environment to be able to do activities optimally. In this research shows the total cooling load capacity in the bedroom that is 900.67 Watts and uses a cooling machine with a capacity of $\frac{3}{4}$ PK with a capacity of 595 watts. The capacity of the cooling machine used has not been able to support the cooling load requirements so that it must replace the cooling machine with a capacity of 1 PK to support the cooling load requirements in the bedroom.

Keywords: *air conditioning , cooling load , convenience*



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. KAJIAN PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. PENGKONDISIAN UDARA	9
2.3. JENIS JENIS SISTEM PENGKONDISIAN UDARA	10
2.3.1. Sistem Ekspansi Langsung	10
2.3.2. Sistem Air Penuh	11
2.3.3. Sistem Udara Penuh	11
2.3.4. Sistem Air Udara	12
2.4. PRINSIP SISTEM PENGKONDISIAN UDARA	13

2.5. SIKLUS PENDINGIN	15
2.5.1. Evaporasi (Penguapan)	16
2.5.2. Kompresi	16
2.5.3. Kondensasi (Pengembunan)	17
2.5.4. Ekspansi	17
2.6. PERPINDAHAN PANAS	18
2.6.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi	18
2.6.2. Perpindahan Panas Secara Konveksi	20
2.6.3. Perpindahan Panas Sedara Radiasi	21
2.7. DASAR PENDINGINAN RUANGAN	21
2.7.1. Kompresor	22
2.7.2. Kondensor	22
2.7.3. Katup Ekspansi	23
2.7.4. Evaporator	24
2.8. BEBAN PENDINGIN	25
2.9. BEBAN PENDINGIN RUANGAN	26
2.9.1. Kalor Sensibel Penerangan	28
2.9.2. Kalor Sensibel Atap	29
2.9.3. Kalor Sensibel Manusia	30
2.9.4. Kalor Sensibel Peralatan	30
2.9.5. Kalor Sensibel Jendela	31
2.9.6. Kalor Sensibel Dinding	32
2.9.7. Kalor Sensibel Pintu dan Lantai	35
2.9.8. Kalor Sensibel Infiltrasi	35
2.9.9. Beban Kalor Tersimpan Ruangan dengan Penyegaran Udara	36
2.9.10. Jumlah Kalor Sensibel daerah Perimeter (Tepi)	36
2.9.11. Beban Kalor Laten Derah Perimeter (Tepi)	37

2.9.12. Total Beban Kalor Sensibel Interior	37
2.9.13. Beban Kalor Laten Daerah Interior	37
2.9.14. Total Beban Pendingin Ruangan	38
2.10. PERHITUNGAN EFISIENSI MESIN PENDINGIN	38
2.11. <i>PSYCHOMETRICS</i>	39
2.12. KENYAMANAN THERMAL	42
2.13. UDARA	44
2.14. METODE CLTD (<i>COOLING LOAD TEMPERATURE DIFFERENCE</i>)	44
2.15. STANDARD ASHRAE	45
2.16. LAMPU TUBE LUMINESCENT (FLUORESCENT LAMP)	45
2.17. LIGHT EMITTING DIODE (LED)	46
2.18. PERHITUNGAN EFISIENSI LAMPU RUANG KAMAR TIDUR	47
2.19. AUDIT ENERGI	48
2.20. INDEKS KONSUMSI ENERGI (IKE)	50
BAB III METODOLOGI	52
3.1. DIAGRAM ALIR	52
3.1.1. Diagram Alir Penelitian	52
3.1.2. Diagram Alir Pengambilan Data	53
3.1.3. Diagram Alir Proses Analisis Perhitungan	54
3.2. ALAT DAN BAHAN	55
3.2.1. Alat Penelitian	55
3.2.2. Bahan Penelitian	57
3.3. METODE PENGUMPULAN DATA	58
3.4. LANGKAH PENELITIAN	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1. DATA RUANG KAMAR TIDUR	60
4.1.1. Layout Ruang Kamar Tidur	60

4.1.2. Fungsi dan Luas Area Kamar Tidur	61
4.2. HASIL PENGUKURAN TEMPERATUR RUANG KAMAR TIDUR	61
4.2.1. Hasil Pengukuran Temperature Bola Kering Ruang Kamar Tidur	61
4.2.2. Hasil Pengukuran Kelembaban Relatif Ruang Kamar Tidur	62
4.3. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN	63
4.3.1. Beban Kalor Sensibel Daerah Perimeter (Tepi)	63
4.3.2. Beban Kalor Sensibel Daerah Interior	68
4.3.3. Beban Kalor Laten Daerah Interior	70
4.3.4. Total Beban Pendingin Ruang Locker	70
4.3.5. Ringkasan dan Analisis Perhitungan	72
4.4. ANALISIS PELUANG EFISIENSI	73
4.4.1. Peluang Efisiensi dari Pendingin	73
4.4.2. Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruang Kamar Tidur	78
4.5. ANALISIS KONSUMSI ENERGI DI RUANG KAMAR TIDUR	79
4.5.1. Perhitungan Indeks Konsumsi Energi Ruang Locker	79
BAB V PENUTUP	80
5.1. KESIMPULAN	80
5.2. SARAN	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengondisian Udara Ruang	9
Gambar 2.2 Sistem Ekspansi Langsung	10
Gambar 2.3 Sistem Air Penuh	11
Gambar 2.4 Sistem Udara Penuh	11
Gambar 2.5 Sistem Air-Udara	12
Gambar 2.6 ASHRAE <i>Comfort Zone</i>	13
Gambar 2.7 Skema Sistem Pengondisian Udara	14
Gambar 2.8 Siklus Pendingin	16
Gambar 2.9 Perpindahan Kalor	18
Gambar 2.10 Skema Rangkaian Sistem Pendingin	21
Gambar 2.11 Kompresor	22
Gambar 2.12 Kondensor	22
Gambar 2.13 Katup Ekspansi	23
Gambar 2.14 Evaporator	24
Gambar 2.15 Beban Pendingin	25
Gambar 2.16 Beban Kalor Pada Ruangan	26
Gambar 2.17. Psychometric Chart	40
Gambar 2.18 Kenyamanan Thermal	42
Gambar 2.19 Lampu Tube Luminescent	45
Gambar 2.20 Lampu Tube LED	46
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengambilan Data	53
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Analisis Perhitungan	54
Gambar 3.4 Digital Temperature Hygrometer and Humidity	55
Gambar 3.5 Meteran Roll	55
Gambar 3.6 Lux Meter	56
Gambar 3.7 Laptop Lenovo Z40-75	57
Gambar 3.8 Smartphone Xiaomi Redmi Note 9 Pro	57
Gambar 4.1 Layout Ruang Kamar Tidur	60
Gambar 4.2 Lapisan Dinding	64
Gambar 4.3. Distribusi Beban Pendingin di ruang kamar tidur	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Tahanan Kalor dan Kapasitas Kalor dari Bahan Bangunan	19
Tabel 2.3 Tahanan Kalor dan Kapasitas Kalor dari Bahan Bangunan (Lanjutan)	20
Tabel 2.4 Faktor Koefisien Transmisi Kalor Peralatan Listrik per 1kW	28
Tabel 2.5 Koefisien Transmisi Kalor dari Atap	29
Tabel 2.6 Faktor Koefisien Manusia dan Faktor Kelompok	30
Tabel 2.7 Koefisien Transmisi Kalor Jendela	32
Tabel 2.8 Faktor Transmisi Jendela	32
Tabel 2.9 Koefisien Transmisi Kalor Dinding	34
Tabel 2.10 Temperatur Ekuivalen Radiasi Matahari	34
Tabel 2.11 Hambatan Kalor Permukaan	35
Tabel 2.12. Jumlah Pergantian Ventilasi	36
Tabel 2.13 Kriteria IKE Standar di Bangunan Gedung Perkantoran Pemerintah	50
Tabel 2.14 Intensitas Konsumsi Energi Standar di Bangunan / Gedung	51
Tabel 4.1 Data Ruang Kamar Tidur	61
Tabel 4.2. Temperatur Bola Kering di Ruang Kamar Tidur	61
Tabel 4.3 Kelembaban Relative Ruang Kamar Tidur	62
Tabel 4.4 Area Dimensi Ruang Kamar Tidur	63
Tabel 4.5 Data Dinding Ruang Kamar Tidur	64
Tabel 4.6 Data Pintu Ruang Kamar Tidur	68
Tabel 4.7 Data Kapasitas Mesin Pendingin di Ruang Kamar Tidur	71
Tabel 4.8 Ringkasan Perhitungan Beban Pendingin Ruang Kamar Tidur	73
Tabel 4.9 Spesifikasi Mesin Pendingin Ruang Kamar Tidur	75
Tabel 4.10 Spesifikasi Rekomendasi AC Pengganti untuk Ruang kamar tidur.	77
Tabel 4.11 Biaya Pembelian AC Split Tipe Low Watt	79
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran intensitas cahaya Ruang Kamar Tidur	80
Tabel 4.13 Standar Pencahayaan pada Rumah Tinggal	81
Tabel 4.14. Data Lampu Aktual Ruang Kamar Tidur	82
Tabel 4.15 Standar IKE Indonesia	84

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
Q_1	Kalor dari siklus temperature tinggi (J)
Q_2	Kalor dari siklus temperature rendah (J)
W	Usaha (J)
QC	Banyaknya kalor yang diserap di evaporator persatuan waktu (kJ/s)
$\dot{m}$	Laju aliran massa refrigerant (kg/s)
$(h_2 - h_1)$	Efek refrigerasi (kJ/kg)
Q_w	Kapasitas pemanasan (kJ/s) persatuan waktu (kg/s)
$(h_3 - h_2)$	Kerja kompresi (kJ/kg)
Q_c	Kalor yang dilepas di kondensor (kJ/kg)
H_3	Entalphi <i>refrigerant</i> yang keluar dari kompressor (kJ/kg)
H_2	Entalphi <i>refrigerant</i> cair jenuh (kJ/kg)
$Q_{\text{Penerangan}}$	Beban Kalor Penerangan (kcal/h)
K_{lampu}	Faktor koefisien transmisi lampu (kcal/KWh)
Q_{atap}	Beban Kalor Sensibel Melalui Atap (kcal/h)
A	Luas (m^2)
K	Koefisien transmisi kalor K (kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$)
ΔT	Selisih temperatur ($^\circ C$)
Q_{orang}	Kalor Sensibel Manusia (kcal/h)
K_{manusia}	Faktor koefisien manusia (kcal/h)
$Q_{\text{Equipment}}$	Kalor Sensibel Peralatan (kcal/h)
$K_{\text{Equipment}}$	Faktor koefisien peralatan (kcal/KWh)
Q_{jendela}	Panas yang melalui jendela (kcal/h)
$Q_{\text{infiltrasi}}$	Kalor Sensibel Infiltrasi (kcal/h)
Δw	Selisih Perbandingan Kelembaban Udara

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
AC	<i>Air Conditioner</i>
PK	<i>Paard Kracht</i>
IKE	Intensitas Konsumsi Energi
ODP	<i>Ozone Depletion Potential</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CFC	<i>Chloro Fluoro Carbon</i>
UNFCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
CLTD	<i>Cooling Load Temperature Difference</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
HVAC	<i>Heating Ventilation, and Air-Conditioning</i>
kWh	<i>Kilo Watt Hour</i>
BEP	<i>Break Event Point</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
TL	<i>Tube Luminescent</i>
AHU	<i>Air Handling Unit</i>