

**ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA SAUNA PORTABLE DOUBLE
BOILER**



YELLY KRISMONNICO
NIM: 41319110032

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA SAUNA PORTABLE DOUBLE
BOILER



Disusun oleh:

Nama : Yelly Krismonnico
NIM : 41319110032
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Yelly Krismonico

NIM : 41319110032

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Perpindahan Panas Pada Sauna Portable Double
Boiler

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

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Nanang Ruhyat, ST, MT

NIDN : 101730256

()

Penguji 1 : Dr. Ir. Haftirman, M.Eng

NIDN : 216890125

()

Penguji 2 : Hadi Pranoto, ST., MT., Ph.D

NIDN : 114730437

()


Jakarta, 19 Desember 2023

Mengetahui,

Dean Fakultas Teknik


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

Chairman of the Study Program


Dr. Eng. Imami Hidayat, S.T, M.T

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yelly Krismonico
NIM : 41319110032
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis Perpindahan Panas Pada Sauna Portable
Double Boiler

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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 08 January 2024



(Yelly Krismonico)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan petunjuk dan kekuatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini membahas tentang “ Analisis Perpindahan Panas Pada Sauna Portable Double Boiler “. Penulisan penelitian ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan kelulusan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Dr.Ir Nanang Ruhyat, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan baik sehingga penulisan laporan Tugas Akhir ini terselesaikan.
6. Kedua orang tua, Bapak Abdul Rahman. S dan Alm.Ibu Titin Sumarni yang selalu mendoakan serta memberikan support kepada peneliti yang tak pernah ada henti nya agar mendapatkan hasil yang maksimal dan memuaskan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Rekan mahasiswa yang telah banyak memberi semangat dan dukungan kepada penulis.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut di atas.

Jakarta, 08 January 2024



(Yelly Krismonnico)

ABSTRAK

Sauna portable sebuah alat yang dirancang untuk memberikan pengalaman sauna, dengan menggunakan design yang simple sehingga dapat dipindahkan dan digunakan di berbagai tempat, Sauna merupakan salah satu penyegar atau untuk merelaksasi otot, Prinsip kerja alat sauna listrik pada dasarnya merupakan penerapan teori perpindahan kalor secara konveksi bebas, yaitu bilamana sebuah benda ditempatkan dalam suatu fluida yang suhunya lebih rendah daripada benda tersebut, panas akan mengalir dari benda ke fluida itu serta mengakibatkan perubahan kerapatan lapisan-lapisan fluida di dekat permukaan. Alat terapi sauna merupakan alat yang diciptakan untuk menghasilkan kehangatan stabil yaitu 40°C – 60°C . Metode penelitian ini adalah analisis perpindahan panas pada sauna portable double boiler. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai temperatur udara panas di dalam tenda sauna portable, untuk mengetahui volume air yang berkurang pada sauna portable dan menguji temperatur nyaman yang dihasilkan menurut ISO 7730. Maka penelitian mengenai sirkulasi dan perpindahan panas yang terjadi didalam tenda sauna sangat penting supaya dapat diterima oleh tubuh. Suhu yang didapat pada penelitian ini adalah 49.8°C , 50.6°C dan 52.7°C . Rata – rata suhu tubuh mengalami kenaikan 1.7°C dan dari hasil data pengujian didapat dari 10 orang Masyarakat di daerah sekitar pengujian, hasil dari penelitian ini adalah suhu tenda 55.5°C sedangkan suhu tubuh 34.3°C volume air berkurang 70 ml, pada suhu tenda 58.8°C dan suhu tubuh 35.5°C volume air berkurang 100 ml, pada suhu tenda 63.2°C dan suhu tubuh 36.1°C volume air berkurang 130 ml dan suhu bilik 67.8°C dan suhu tubuh 36.5°C volume air berkurang 160 ml, Dari hasil pengujian alat sauna portable bahwasannya responden dengan berat badan 80 kg memiliki daya tahan yang lebih tinggi terhadap temperatur ruangan sauna dengan waktu 20 menit, sedangkan responden dengan berat badan 60 kg memiliki daya tahan yang rendah terhadap temperatur ruangan sauna jika dengan waktu 20 menit.

Kata Kunci: Perpindahan Panas, Tenda sauna, Double Boiler, Efisiensi, Uap Air

ABSTRACT

Portable sauna is a device designed to provide a sauna experience, using a simple design so that it can be moved and used in various places. Sauna is a way to refresh or relax muscles. The working principle of an electric sauna is basically the application of the theory of heat transfer by free convection. , that is, when an object is placed in a fluid whose temperature is lower than that of the object, heat will flow from the object to the fluid and cause a change in the density of the fluid layers near the surface. A sauna therapy device is a device created to produce stable warmth, namely 40oC – 60oC. This research method is an analysis of heat transfer in a portable double boiler sauna. Therefore, this research aims to determine the temperature value of hot air in a portable sauna tent, to determine the volume of water that is reduced in a portable sauna and to test the comfortable temperature produced according to ISO 7730. So the research is about the circulation and heat transfer that occurs in a sauna tent. It is very important for it to be accepted by the body. The temperatures obtained in this study were 49.8 oC, 50.6 oC and 52.7 oC. The average body temperature increased by 1.7oC and from the results of the test data obtained from 10 people in the area around the test, the results of this research were that the tent temperature was 55.5 °C while the body temperature was 34.3 °C, the water volume decreased by 70 ml, in the tent the temperature was 58.8 °C and body temperature was 35.5 °C the water volume was reduced by 100 ml, at the tent temperature was 63.2 °C and body temperature was 36.1 °C the water volume was reduced by 130 ml and the room temperature was 67.8 °C and body temperature was 36.5 °C the water volume was reduced by 160 ml. with a body weight of 80 kg had a higher resistance to the temperature of the sauna room for 20 minutes, while respondents with a body weight of 60 kg had a lower resistance to the temperature of the sauna room for 20 minutes.

Keywords: Heat Transfer, Sauna Tent, Double Boiler, Efficiency, Water Steam

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	1
1.3. TUJUAN PENELITIAN	2
1.4. MANFAAT PENELITIAN	2
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	2
1.5.1. Ruang Lingkup	2
1.5.2. Batasan Masalah	2
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. SAUNA	4
2.2. PRINSIP KERJA SAUNA	4
2.3. PERPINDAHAN KALOR	5
2.3.1. Perpindahan Kalor Secara Konduksi	6
2.3.2. Perpindahan Kalor Secara Konveksi	7
2.4. EFEKTIVITAS SAUNA MENGURANGI RESIKO PENYAKIT	8
2.5. UAP AIR	8
2.6. SUHU TUBUH	9
2.7. RELAKSASI	9

2.8. STANDAR KESEHATAN MANUSIA	10
2.9. KENYAMANAN TERMAL	10
2.10. TEKANAN	11
2.11. PENELITIAN TERDAHULU	13
BAB III METODOLOGI	15
3.1. PENDAHULUAN	15
3.2. DIAGRAM ALIR PENGUJIAN ALAT	15
3.3. ALAT DAN BAHAN	16
3.3.1. Kain Tenda Parasut	17
3.3.2. <i>Thermocouple Digital</i>	17
3.3.3. <i>Thermogun</i>	17
3.3.4. Selang Anti Panas	18
3.3.5. Wadah Distribusi Uap	18
3.3.6. Tanki <i>Supply</i> Air 1 dan	19
3.3.7. Pemanas Elektrik	19
3.3.8. Box Panel (Sistem Kontrol)	19
3.4. PROSEDUR PENGUJIAN ALAT	20
3.4.1. Persiapan Alat Sauna	20
3.4.2. Isi Boiler 1 Dan Boiler 2	20
3.4.3. Nyalakan Pemanas 1 Dan Pemanas 2	20
3.4.4. Tunggu Pemanas Mencapai Suhu:	20
3.5. PROSEDUR PENGAMBILAN DATA	21
3.5.1. Mengecek Suhu Ruangan Sauna Sebelum Dan Sesudah Sauna	21
3.5.2. Mengecek Tensi Darah	21
3.5.3. Mengecek Suhu tubuh	21
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	23
4.1. DATA HEATER YANG DIGUNAKAN SAAT PENGUJIAN	23
4.1.1. Perbandingan Suhu Tenda Dengan Wadah Distribusi Uap	24
4.1.2. Analisa perpindahan panas Konduksi	25
4.2. MENGETAHUI KENYAMANAN TERMAL BERDASARKAN ISO 7730	26
4.3. PEMBAHASAN GRAFIK DATA	27

BAB V PENUTUP	28
5.1. KESIMPULAN	28
5.2. SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aliran Udara Didalam Ruangan Sauna	5
Gambar 2.2. Perpindahan kalor secara konveksi	7
Gambar 3.1. Diagram Alir Pengujian Alat	15
Gambar 3.2. Kain Tenda Parasut	17
Gambar 3.3. <i>Thermocouple Digital</i>	17
Gambar 3.4. Thermogun	18
Gambar 3.5. Selang Anti Panas	18
Gambar 3.6. Wadah Distribusi Uap	18
Gambar 3.7. Tanki Supply Air 1 dan 2, (a) Tanki 1 (b) Tanki 2	19
Gambar 3.8. Pemanas Elektrik	19
Gambar 3.9. Box Panel	20
Gambar 3.10. Suhu Ruangan Sauna (a) Sebelum Sauna (b) Sesudah Sauna	21
Gambar 3.11. Mengecek Tensi Darah	21
Gambar 3.12. Mengecek Suhu Tubuh	21
Gambar 4.1. Heater	22
Gambar 4.2. Metode Pengambilan Data	23
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Suhu Tenda Dan Tubuh Dengan Volume Air Yang Berkurang	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Skala Termal Menurut ISO 7730	11
Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu	13
Tabel 4.1. Haeter Dan Wadah Pemanas	22
Tabel 4.2. Hasil Pengambilan Data	27



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
Q	Banyaknya kalor yang diperlukan	Joule
m	Massa suatu zat yang diberi kalor	Kg
C	Kalor jenis zat	J/kg°C
ΔT	Kenaikan atau Perubahan suhu zat	°C
U	Kalor Uap	j/kg
q	Laju Perpindahan panas	W
k	Konduktivitas termal	W/mK
A	Luas Penampang	m ²
T_w	Suhu benda	°C
T_∞	Suhu fluida	°C
P_{air}	Tekanan air	N/m ³ atau pa
ρ	Massa jenis	Kg/m ³
h	Kedalaman zat cair	m
P_1	Tekanan awal	atm
P_2	Tekanan akhir	atm
ΔH_{uap}	Entalpi uap air	J/mol
R	Konstanta gas nyata atau universal 8.314	J/K mol
T_1	Suhu awal	°C atau K
T_2	Suhu akhir	°C atau K
P	Tekanan gas	atm
V	Volume gas	liter
N	Jumlah mol	
R	Konstanta 0.082	1x atm atau x mol x K
v	Laju kecepatan aliran fluida	m/s
t	Selang waktu	s
x	Jarak kedua titik	m

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	KETERANGAN
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
CM	CentiMeter
MM	MiliMeter
RH	<i>Relative Humidity</i>
L	Liter
MI	Mililiter



UNIVERSITAS
MERCU BUANA