

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI TERMAL DARI *TUNNEL SYSTEM DRY*
OVEN DENGAN PENAMBAHAN INSULASI



IQSAL ELVIYANSAH

UNIVERSITAS 41321110004
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI TERMAL DARI *TUNNEL SYSTEM DRY*
OVEN DENGAN PENAMBAHAN INSULASI



Disusun Oleh :

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

NAMA : Iqsal Elviyansah

NIM : 41321110004

Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI TERMAL DARI *TUNNEL SYSTEM DRY* OVEN DENGAN PENAMBAHAN INSULASI

Disusun Oleh :

NAMA : Iqsal Elviyansah

NIM : 41321110004

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal : 4 Februari 2023

Telah dipertahankan didepan penguji,

Pembimbing TA



Andi Firdaus Sudarma, ST.,M,Eng.

NIP. 119810645

Penguji Sidang I



Gilang Awan Yudhistira, ST.,MT.

NIP. 221900211

Penguji Sidang II



Ir. Dadang Suhendra Permana, M.Si

NIP. 6126504444

Penguji Sidang III



Dr. Agung Wahyudi Biantoro, ST.,MT.

NIP. 0329106901

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



Muhammad Fitri ST.,M.Si.,Ph.D

NIP. 118690617

Koordinator TA



Gilang Awan Yudhistira, ST.,MT.

NIP. 221900211

HALAMAN PERYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Iqsal Elviyansah
NIM : 41321110004
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Peningkatan Efisiensi Termal dari *Tunnel System Dry Oven* dengan Penambahan Insulasi

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 penulis 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 Jakarta.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Februari 2023



Iqsal Elviyansah

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, atas segala limpahan berkat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan tugas akhir. Penyusunan laporan tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral dan langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. Selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Fitri, M.Si.,Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Andi Firdaus Sudarma, ST., M.Eng. Selaku dosen pembimbing Akademik serta Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT. selaku penguji I Tugas Akhir dan Ketua penguji sidang Tugas Akhir sekaligus koordinator Tugas Akhir
6. Bapak Ir. Dadang Suhendra Permana, M.Si selaku Penguji II Tugar Akhir
7. Bapak Dr. Wahyudi Biantoro, ST., MT. selaku penguji III Tugar Akhir
8. Bapak Ibu Dosen pengajar yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang telah memberikan mata kuliah selama proses belajar mengajar.
9. Kedua Orang Tua dan kakak yang telah memberikan dorongan semangat yang tak henti untuk menyelesaikan kuliah sampai selesai.

10. Teman-teman *Maintenance Crew P4*, Sandi, Didit, Huda, Deny, Alif, Harfard. *all member* dan Bapak Sulisno selaku *Departement Head Plant Supporting* yang telah membantu dalam perencanaan dan arahan di lapangan.
11. Teman-teman satu angkatan Dika, Rifky, Putu, Hanafi serta keluarga besar Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta yang selama ini memberikan bantuan, dukungan serta informasi selama menjalani proses perkuliahan.
12. Serta semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan dan jauh dari kata sempurna. Hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca nantinya.



Jakarta, 18 Februari 2023

Iqsal Elviyansah

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	4
1.5. RUANG DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II STUDI LITERATUR	7
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	7
2.2. TEORI PERPINDAHAN PANAS	10
2.2.1. Perpindahan Panas Konduksi	11

2.2.2.	Perpindahan Panas Konveksi	15
2.2.3.	Konsep Radiasi Termal	20
2.2.4.	Perpindahan Panas Gabungan	22
2.3.	KEKALKAN ENERGI	23
2.3.1.	Kekalkan Energi Volume Atur	23
2.3.2.	Keseimbangan Energi Volume Atur	24
2.4.	PERPINDAHAN KALOR SENSIBEL DAN LATEN	24
2.4.1.	Kalor Sensibel	25
2.4.2.	Kalor Laten	25
2.5.	PROSES PENGERINGAN	26
2.6.	ALIRAN LAMINER DAN TURBULEN	27
2.7.	KONSEP TERMAL INSULASI	29
2.8.	KESETIMBANGAN KALOR PADA OVEN	30
BAB III METODOLOGI		32
3.1.	DESAIN RUANG OVEN	32
3.2.	DIAGRAM ALIR (<i>FLOW CHART DIAGRAM</i>)	33
3.2.1.	Diagram Alir Pengambilan Data dan Perhitungan	34
3.3.	PROSEDUR PENGUJIAN	36
3.3.1.	Peralatan Ukur Untuk Pengujian	36
3.4.	TATA CARA PENGUJIAN	38
3.4.1.	Tahapan Persiapan	38
3.4.2.	Tahap Pengambilan Data	38
3.4.3.	Tahapan Pengolahan Data	38
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	DATA SPESIFIKASI MESIN OVEN	40

4.2.	NERACA KALOR PROSES PENGERINGAN	43
4.3.	PERHITUNGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS RUANG OVEN	44
4.3.1.	Perhitungan Q_{loss} (watt) pada Jenis Material yang digunakan	44
4.3.2.	Perhitungan Beban Produk (Q_{laten})	55
4.3.3.	Perhitungan ($Q_{sensibel}$) yang masuk ke dalam system	56
4.3.4.	Perhitungan Panas Masuk ke Ruang Oven (Q_{in})	57
4.3.5.	Perhitungan Efisiensi Ruang Oven	58
BAB V	PENUTUP	59
5.1.	KESIMPULAN	59
5.2.	SARAN	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN	62



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Komponen Filter Oil	1
Gambar 1.2. Filter Jenis BZ	5
Gambar 2.1. Perpindahan Panas Konduksi, Konveksi dan Radiasi	10
Gambar 2.2. Diffusi Energi Akibat Aktivitas Molekuler	11
Gambar 2.3. Konduksi Satu Dimensi Steady State	12
Gambar 2.4. Pertumbuhan Lapisan Batas Pada Perpindahan Panas Konveksi	15
Gambar 2.5. Perpindahan Panas Konveksi	19
Gambar 2.6. Perpindahan Panas antara Konduksi dengan Konveksi	22
Gambar 2.7. Kekekalan energi Volume Atur	23
Gambar 2.8. Kekekalan Energi Permukaan Sebuah Media	24
Gambar 2.9. Lapisan Batas Kecepatan pada Plat Datar	28
Gambar 2.10. Perpindahan Panas Konduksi Pada Dinding Datar	29
Gambar 2.11. Kestimbangan Energi Pada Oven	30
Gambar 2.12. Perpindahan Panas Melalui Dinding	31
Gambar 3.1. Ruang Oven Pandangan SE Isometrik	32
Gambar 3.2. Ruang Oven Tampak Belakang	32
Gambar 3.3. Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	33
Gambar 3.4. Diagram Alir Perhitungan Tugas Akhir	35
Gambar 3.5. Ruang Pemanas	36
Gambar 3.6. <i>Thermocouple</i>	36
Gambar 3.7. <i>Anemometer</i>	37
Gambar 3.8. <i>Thermogun</i>	37
Gambar 3.9. <i>Relative Humadity</i>	37
Gambar 4.1. Ruang Oven Tampak Belakang	43
Gambar 4.2. Gambar Proses Perpindahan Panas di Ruang Oven	43
Gambar 4.3. Tahanan Termal Konduksi Dinding Berlapis	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	7
Tabel 4.1. Dimensi Ruang Oven	40
Tabel 4.2. Dimensi Cerobong Mesin Oven	40
Tabel 4.3. Data Bahan dan Nilai Konduktivitas	40
Tabel 4.4. Data Luas Permukaan Dinding Oven	41
Tabel 4.5. Data Pengukuran Bahan	41
Tabel 4.6. Data Heating Up	41
Tabel 4.7. Data Pengukuran Dalam Oven	42
Tabel 4.8. Pengukuran Surface Dalam dan Luar oven	42



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$^{\circ}\text{C}$	Satuan temperature dalam skala celcius
K	Satuan temperature dalam skala kelvin
w	Watt
Q	Energi kalor yang dilepas atau diterima suatu zat (J)
A	Luasan dinding (m^2)
t	Waktu (s)
η	Efisiensi
k	Konduktivitas termal ($w/m^{\circ}.k$)
g	Percepatan gravitasi, ($\frac{m}{s^2}$)
L	Panjang karakteristik (m^2)
σ	Konstanta Boltzmann ($5,669 \cdot 10^{-8} W/m^2k^4$)
β	Koefisien ekspansi volume ($\frac{1}{T_f}$), (K^{-1})
α	Difusivitas Termal, ($\frac{m^2}{s}$)
ϵ	Emisivitas
ΔT	Perubahan temperatur yang terjadi (K)
C_p	Kalor jenis zat ($\frac{J}{kg.K}$)
ν	Viskositas Kinematik, ($\frac{m^2}{s}$)
ρ	Density Fluida ($\frac{kg}{m^3}$)
μ	Viskositas Absolute, ($\frac{kg}{s,m}$)
K_f	Konduktivitas fluida, ($\frac{w}{m^{\circ}k}$)
\overline{Nu}_L	Bilangan Nusselt
M_{ud}	Laju udara panas

C_{ud}	Coefisien udara 1005 kJ/kg.k
Q_{evap}	Kalor untuk menguapkan air
Q_{laten}	Panas merubah wujud
$Q_{sensibel}$	Perubahan temperatur
Q_{loss}	Kalor yang hilang di ruang pemanas (watt)
R_{total}	Hambatan perpindahan panas keseluruhan
$R_{konveksi}$	Hambatan perpindahan panas koveksi
$R_{konduksi}$	Hambatan perpindahan panas konduksi
$q_{konduksi}$	Laju panas konduksi
q_x	Fluks panas $\left(\frac{w}{m^2}\right)$
T_f	Temperature film
$\frac{dt}{dx}$	Gradient temperature
P_r	Bilangan Prandtl
G_r	Bilangan Grashof
T_s	Temperatur permukaan, ($^{\circ}C$)
T_{∞}	Temperatur Fluida, ($^{\circ}C$)
h_1	koefisien konveksi plat 1, $\left(\frac{w}{m^2 \cdot k}\right)$
h_2	koefisien konveksi plat 2, $\left(\frac{w}{m^2 \cdot k}\right)$
h_3	koefisien konveksi plat 3, $\left(\frac{w}{m^2 \cdot k}\right)$
h_4	koefisien konveksi plat 4, $\left(\frac{w}{m^2 \cdot k}\right)$
h_5	koefisien konveksi plat 5, $\left(\frac{w}{m^2 \cdot k}\right)$
h_6	koefisien konveksi plat 6, $\left(\frac{w}{m^2 \cdot k}\right)$

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
FSCM	Federal Superior Chain Manufacturing
DSM	<i>Demand Side Management</i>
Perpan	Perpindahan panas
HSFU	<i>Hot surface facing up</i>
HSFD	<i>Hot surface facing down</i>
RaL	<i>Rayleigh Number</i>
RH	<i>Relative Humadity</i>
J	Joule
KG	Kilogram
Lt	Liter
M	Meter
V	Volt
BZ	Jenis <i>plat number</i> produk
P4	Plant 4

UNIVERSITAS
MERCU BUANA