

**ANALISIS SUHU AIR TABUNG BOILER TERHADAP TEKANAN UAP  
JENUH PADA ALAT *STEAM WAND* MESIN KOPI ESPRESSO TIPE-X**



MIFTAHUL RIZKY WITJAKSONO  
NIM: 41319110053

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS SUHU AIR TABUNG BOILER TERHADAP TEKANAN UAP JENUH  
PADA ALAT *STEAM WAND* MESIN KOPI ESPRESSO TIPE- X



Disusun oleh:

Nama : Miftahul Rizky Witjaksono  
NIM : 41319110053  
Program Studi : Teknik Mesin

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

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS SUHU AIR TABUNG BOILER TERHADAP TEKANAN UAP JENUH PADA ALAT *STEAM WAND* MESIN KOPI ESPRESSO TIPE- X


Disusun oleh:

Nama : Miftahul Rizky Witjaksono  
NIM : 41319110053  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 31 Juli 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,


Pembimbing TA

  
Dr. Nanang Rukhyat, MT  
NIP. 1013126901

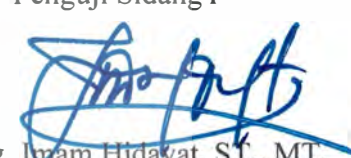
Penguji Sidang II

  
Wiwit Suprihatiningsih, M.Si  
NIK/NIP. 119800641

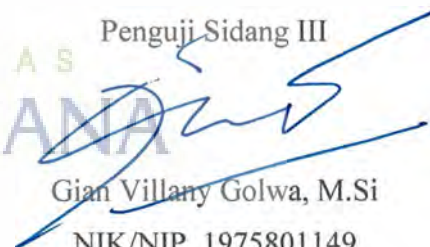
Kaprodi Teknik Mesin

  
Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.  
NIK/NIP. 112750348


Penguji Sidang I

  
Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.  
NIK/NIP. 112750348

Penguji Sidang III

  
Gian Villany Golwa, M.Si  
NIK/NIP. 1975801149

Koordinator TA

  
Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T  
NIK/NIP. 221900211

Mengetahui,

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Miftahul Rizky Witjaksono  
NIM : 41319110053  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Kerja Praktik : Analisis Suhu Air Tabung Boiler Terhadap Tekanan Uap  
Jenuh Pada Alat *Steam Wand* Mesin Kopi Espresso Tipe-X

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.

MERCU BUANA

Jakarta, 31 Juli 2023



Miftahul Rizky Witjaksono

## PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Air Suhu Tabung Boiler Terhadap Tekanan Uap Jenuh Pada Alat *Steam Wand* Mesin Kopi Espresso Tipe-X” dapat terselesaikan. Penulis banyak mendapat bimbingan dan dukungan oleh karena itu ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Prof. Dr. Andi Ardiansyah, M.T, selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT., selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T selaku Sekertaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Gian Villany Golwa, ST., M.Si., selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Dr. Nanang Rukhyat, MT, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Bapak Gamar Ageng Witjaksono dan Ibu Neti Herawati selaku orang tua penulis. Agnes Nur Fatwa, Ghea Dwi Putri, Elsa Juliana dan Elsi Juliani selaku kakak penulis serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, memanjatkan doa kepada penulis dengan penuh kasih sayang.
8. Reynaldy Wiranata, Tegar Ferdyla Mahyar, Muhammad Ivan Maulana, Doni Hari Darmawan, Rachmat Ramadhan, Devi Iskandar, Hendry Jayusman, Bambang Supriatno, Andi Wahyono dan Muhammad Furqon selaku teman penulis yang banyak membantu jalannya penelitian mulai dari kritik saran, pengerjaan dan peminjaman alat.
9. Rekan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Angkatan ke-35 yang telah banyak memberi semangat dan dukungan kepada penulis, juga seluruh pihak terkait yang telah banyak membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membacanya.

Jakarta, 31 Juli 2023

Miftahul Rizky Witjaksono



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. MANFAAT	2
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	2
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	4
2.2. TEORI UAP AIR	12
2.2.1 Jenis – Jenis Uap	12
2.2.2 Diagram Phase Air	13
2.3. MESIN KOPI ESPRESSO	14
2.3.1 Tekanan	15
2.3.2 Suhu Air	15
2.3.3 Tingkat Kehalusan Gilingan Kopi	15
2.3.4 Waktu Penyeduhan	16

2.4. TIPE MESIN ESPRESSO	16
2.4.1 Mesin Manual	16
2.4.2 Mesin <i>Semi Automatic</i>	17
2.4.3 Mesin <i>Automatic</i>	18
2.4.4 Mesin <i>Super Automatic</i>	18
2.5. KOMPONEN	19
2.5.1 Pompa ( <i>water pump</i> )	19
2.5.2 Boiler	20
2.5.3 Elemen pemanas ( <i>heating element</i> )	23
2.5.4 Katup ( <i>valve</i> )	23
2.5.5 <i>Pressure switch</i>	24
2.5.6 <i>Pressure gauge</i>	24
2.5.7 <i>Group head</i>	24
2.5.8 <i>Extraction switch</i>	24
2.5.9 <i>Steam wand</i>	25
2.5.10 <i>Steam hot water knob</i>	25
2.5.11 <i>Water tray</i>	25
2.6. PENGERTIAN FLUIDA	25
2.6.1 Fluida Gas	26
2.6.2 Fluida Cair	26
2.7. PERUMUSAN MATEMATIS	27
2.7.1 Perhitungan Volume Tabung dan Debit Air	27
2.7.2 Perpindahan Panas	28
2.7.3 Persamaan Clausius - Clapeyron	31
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>32</b>
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	32
3.1.1 Studi Literatur	33



3.1.2 Susun Konsep Penelitian	33
3.1.3 Studi Lapangan	33
3.1.4 Persiapan Alat dan Bahan	34
3.2. DIAGRAM ALIR PENGUJIAN	38
3.2.1 Pengukuran Tabung Boiler	39
3.2.2 Pengecekan Suhu Air	41
3.2.3 Pengujian Waktu Pamanasan dan Temperatur Suhu Ai Pada Boiler	42
3.2.4 Pengujian Tekanan Uap	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>46</b>
4.1. HASIL PERHITUNGAN	46
4.1.1 Hasil Perhitungan Volume dan Debit Air Pada Tabung	46
4.2.2 Hasil Temperatur Air dan Tekanan Terhadap Waktu Pemanasan	47
4.2. PEMBAHASAN	49
4.2.1 Analisis Volume dan Debit Air Pada Tabung	50
4.2.2 Analisis Temperatur dan Tekanan Terhadap Waktu Pemanasan	51
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>56</b>
5.1. KESIMPULAN	56
5.2. SARAN	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Fasa Air	13
Gambar 2.2 Mesin Kopi Espresso Manual	17
Gambar 2.3 Mesin Kopi Semi Automatic	17
Gambar 2.4 Mesin Kopi Automatic	18
Gambar 2.5 Mesin Kopi Super Automatic	19
Gambar 2.6 Water Pump	20
Gambar 2.7 Sistem Operasi Single Boiler	21
Gambar 2.8 Sistem Operasi Single Boiler with Heat Exchanger	22
Gambar 2.9 Sistem Operasi Double Boiler	22
Gambar 2.10 Elemen Pemanas Mesin Espresso	23
Gambar 2.11 Grafik Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Suhu	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 Thermocouple	34
Gambar 3.3 Obeng Taspem	35
Gambar 3.4 Kunci Inggris	35
Gambar 3.5 Laptop Lenovo Core I3	36
Gambar 3.6 Solidworks 2019	36
Gambar 3.7 Microsoft Excel	37
Gambar 3.8 Smartphone	37
Gambar 3. 9 Mesin Kopi Espresso Tipe-X	38
Gambar 3.10 Diagram Alir Pengujian	38
Gambar 3.11 Diameter Tabung Boiler	39
Gambar 3.12 Tinggi Tabung Boiler	39
Gambar 3.13 Dimensi Boiler Mesin Kopi Espresso	40
Gambar 3.14 Temperatur Awal Air pada Reservoir	41
Gambar 3.15 Temperature Boiler	42
Gambar 3.16 Waktu Pemanasan Air pada Boiler	42
Gambar 3.17 Kebocoran pada Katup	44
Gambar 3.18 Kondisi Tekanan Uap yang Sudah Kembali Normal	45

Gambar 4.1 Ilustrasi Masuknya Air ke Dalam Boiler	50
Gambar 4.2 Ilustrasi Air yang Dipanaskan Heating Element	51
Gambar 4.3 Grafik Temperatur Berdasarkan Waktu yang Ditempuh	52
Gambar 4.4 Grafik Tekanan Berdasarkan Waktu yang Ditempuh	53
Gambar 4. 5 Ilustrasi Tekanan Uap Jenuh	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Volume dan Debit Air pada Tabung	47
Tabel 4.2 Hasil Temperatur dan Tekanan pada Waktu Pemanasan Percobaan 1	47
Tabel 4.3 Hasil Temperatur dan Tekanan pada Waktu Pemanasan Percobaan 2	48
Tabel 4.4 Hasil Temperatur dan Tekanan pada Waktu Pemanasan Percobaan 3	48
Tabel 4.5 Hasil Temperatur dan Tekanan pada Waktu Pemanasan Percobaan 4	49
Tabel 4.6 Hasil Temperature dan Tekanan pada Waktu Pemanasan Percobaan 5	49
Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Waktu Tempuh untuk Mengisi Tabung Boiler	50
Tabel 4.8 Hasil Temperatur dan Tekanan yang Didapat pada Waktu Pengujian	52
Tabel 4.9 Tekanan dan Rasa yang Dihasilkan dari Temperature Suhu Air	54



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
Re	Bilangan Reynolds
V	Kecepatan aliran (m/s)
D	Kecepatan aliran (m/s)
$\nu$	Viskositas kinematis ( $m^2/s$ )
Q	Banyaknya kalor (J atau Kal)
m	Massa benda (Kg)
c	Jenis kalor (J/Kg °C atau J/Kg °K)
$\Delta T$	Perubahan suhu (°C atau °K)
C	Kapasitas kalor (J/K)
L	Banyaknya kalor zat lebur (J/Kg)
U	Banyaknya kalor zat uap (J/Kg)
k	Konduktivitas termal (W/m.K)
A	Luas penampang ( $m^2$ )
d	Ketebalan bahan
h	Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m.K)
e	Emisitas ( $0 \leq e \leq 1$ )
$\sigma$	Konstanta stefan boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$ )
T	Suhu (°C atau °K)
$P_{1,2}$	Tekanan uap pada suhu $T_{1,2}$ (°K)
$\Delta H$	Entalpi Penguapan Zat Cair (40,65 KJ/mol)
R	Konstanta (8,314 J/K.mol)
$T_{1,2}$	Suhu pada saat $P_{1,2}$ (°C atau °K)
P	Tekanan ( $N/m^2$ atau Pa)
V	Volume gas ideal ( $m^3$ )
n	Jumlah mol partikel (mol)
F	Gaya tekan (N)
g	Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
$\rho$	Massa jenis zat cair ( $Kg/m^3$ )
h	Kedalaman atau tinggi (m)

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ICO	<i>International Coffee Organization</i>
BPS	Badan Pusat Statistik
IENI	<i>International Espresso National Institute</i>
HX	<i>Heat Exchanger</i>
Re	Bilangan Reynolds

