

**ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA *BOILER* MINI
MELALUI DINDING YANG BERSIH DENGAN TEKANAN
3 BAR**

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

Oleh:

**Etty Sagita
062040210374**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2024**

**ANALYSIS OF HEAT TRANSFER IN A MINI BOILER
THROUGH A CLEAN WALL WITH PRESSURE 3 BAR**

FINAL PROJECT



**Submitted to Comply with Terms of Study Completions in Mechanical
Engineering Production and Maintenance Study Program**

By:

**Etty Sagita
062040210374**

**MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA BOILER MINI
MELALUI DINDING YANG BERSIH DENGAN TEKanan
I BAE**



SKRIPSI

**Ditujukan oleh Dosen Pembimbing Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

**Ahmed Zamheri, S.T., M.T.
NIP. 196712251997621001**

**Mardiana, S.T., M.T.
NIP. 196402131993032001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Ir. Saiful Effendi, M.T.
NIP. 196309121989031005**

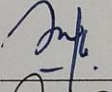
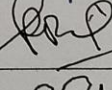
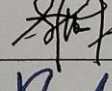

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Laporan Skripsi ini diajukan oleh

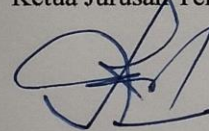
Nama : Etty Sagita
NIM : 062040210374
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana Judul : **ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA BOILER
MINI MELALUI DINDING YANG BERSIH
DENGAN TEKANAN 3 BAR**

Telah selesai diuji dalam Sidang Skripsi Sarjana Terapan
dihadapan Tim Penguji pada tanggal 17 Juli 2024 dan diterima sebagai
bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan
pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi Dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM PENGUJI

| No | Nama | Posisi Penguji | Tanda Tangan | Tanggal |
|----|---|----------------|---|----------|
| 1 | Mardiana, S.T., M.T 196402121993032001 | Ketua |  | 28/08/24 |
| 2 | Karmin, S.T., M.T 195907121985031006 | Anggota |  | 13/8/24 |
| 3 | Mulyadi S, S.T., M.T 197107271995031001 | Anggota |  | 25/8/24 |
| 4 | Dr.Phil. Fatahul Arifin, S.T., M.Eng.Sc.,Ph.D. 197201011998021004 | Anggota |  | 26/8/24 |

Palembang, 17 Juli 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sairul Effendi, M.T
NIP. 196309121989031005

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri” (QS. Ar-Ra'd : 11)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah berkerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (QS. Al-Insyirah : 6-7)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu” (Umar Bin Khattab)

ABSTRAK

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA *BOILER* MINI MELALUI DINDING YANG BERSIH DENGAN TEKANAN 3 BAR

Etty Sagita

xvii + 35 halaman, 6 tabel, 6 lampiran

Penelitian ini menganalisis perpindahan panas pada *boiler* mini melalui dinding yang bersih dengan tekanan 3 bar. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memahami mekanisme perpindahan panas yang terjadi pada *boiler* mini dan mengevaluasi *efisiensi termal* yang dihasilkan. *Boiler* digunakan untuk mengubah air menjadi uap melalui proses pemanasan, dimana panas dipindahkan dari pembakaran bahan bakar ke air. Metodologi penelitian melibatkan *eksperimen* langsung menggunakan *boiler* mini dengan pengukuran suhu dan tekanan untuk menentukan kinerja perpindahan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perpindahan panas melalui dinding yang bersih pada tekanan 3 bar menunjukkan *temperatur* air 150°C, konsumsi LPG 0,60 kg, *temperatur* gas buang 145°C dengan waktu pengoperasian 31 menit, mampu mencapai *efisiensi* yang *signifikan*. Temuan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam optimalisasi *desain* dan operasi *boiler* mini di industri.

Kata Kunci : Perpindahan panas, *boiler* mini, tekanan 3 bar, *efisiensi termal*, dinding bersih

ABSTRACT

ANALYSIS OF HEAT TRANSFER IN A MINI BOILER THROUGH A CLEAN WALL WITH A PRESSURE 3 BAR

Etty Sagita

xvii + 35 pages, 6 tables, 6 appendices

This study analyzed the heat transfer in a mini boiler through a clean wall with a pressure of 3 bar. The main objective of this study is to understand the heat transfer mechanism that occurs in mini boilers and evaluate the resulting thermal efficiency. Boilers are used to convert water into steam through a heating process, where heat is transferred from the combustion of fuel to water. The research methodology involves hands-on experiments using mini boilers with temperature and pressure measurements to determine heat transfer performance. The results showed that heat transfer through a clean wall at a pressure of 3 bar showed that the water temperature was 150°C, LPG consumption was 0.60 kg, and the exhaust gas temperature was 145 with an operating time of 31 minutes, °Cable to achieve significant efficiency. These findings are expected to contribute to the optimization of mini boiler design and operation in the industry.

Keywords : *Heat transfer, mini boiler, 3 bar pressure, thermal efficiency, clean wall*

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Etty Sagita
NIM : 062040210374
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA BOILER
MINI MELALUI DINDING YANG BESIH DENGAN
TEKANAN 3 BAR**

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan didampingi oleh tim dosen pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi yang saya buat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, 17 Juli 2024



Etty Sagita
NIM. 062040210374

PRAKATA

Segala rasa puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan, suka dan maupun duka sehingga saya dapat menulis karya ini dengan menyelesaikannya tepat waktu, dan tidak lupa juga sholawat serta salam saya haturkan kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Ada suka maupun duka yang saya rasakan saat menulis karya ini. Untuk menyelesaikan pekerjaan di bawah gelar sarjana ini, peneliti akan menggunakan semua kemauannya yang kuat, upaya yang luar biasa, dan juga kesabaran yang tidak ada habisnya untuk menyelesaikan pekerjaan ini. Sebagai peneliti, perkenankan saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ayahanda Samadi, beliau yang menjadi tulang punggung keluarga. Meskipun beliau tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis menjadi perempuan yang kuat dan tegar dalam segala rintangan, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Ibunda Tatik, pintu surgaku. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan studi penulis. Beliau juga tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun gigih dalam memanjatkan doa yang selalu beliau berikan yang tiada henti meminta kepada Allah SWT, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Kedua adik laki-laki saya yaitu Leo Wijaya dan Romi Wijaya yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan serta doa yang selalu mereka berikan kepada penulis, hingga dapat menyelesaikan pendidikan tinggi ini dengan penuh semangat dan tekad yang sangat besar.
4. Bapak Ir. Sairul Effendi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
5. Ibu Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
6. Bapak Ahmad Zamheri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama pada laporan skripsi yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan dengan baik dalam bentuk masukan, nasehat, dan saran.
7. Ibu Mardiana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping pada laporan skripsi yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan dengan baik dalam bentuk saran dan masukan.
8. Teman seperjuanganku Sheril, Qaulan, Mia, Tina, Tri, Zuzu dan Vioni yang sangat berperan dalam proses perkuliahan dan pembuatan laporan skripsi, membantu penulis dalam kesehatan mental dan fisik, selalu menguatkan penulis pada saat ingin menyerah.
9. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan di luar keadaan dan tak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses

penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut di banggakan untuk diri sendiri.

Dalam penyusunannya, penulis menyadari bahwa terdapat banyak ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkerja lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga uraian dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, 17 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI | iv |
| HALAMAN MOTTO | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | viii |
| PRAKARTA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR SIMBOL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan dan Batasan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Landasan Teori | 5 |
| 2.1.1 Pengertian <i>Boiler</i> | 5 |
| 2.1.2 Prinsip Kerja <i>Boiler</i> | 5 |
| 2.2 <i>Klasifikasi Boiler</i> | 6 |
| 2.2.1 <i>Ketel Pipa Air (Water tube Boiler)</i> | 6 |
| 2.2.2 <i>Ketel Pipa Api (Fire Tube Boiler)</i> | 7 |
| 2.3 <i>Komponen Boiler Mini</i> | 7 |
| 2.4 <i>Uap (Steam)</i> | 9 |
| 2.5 <i>Proses Pembentukan Uap</i> | 10 |
| 2.6 <i>Perpindahan Panas Pada Ketel Uap</i> | 10 |
| 2.6.1 <i>Perpindahan Panas Secara Pancaran atau Radiasi</i> | 10 |
| 2.6.2 <i>Perpindahan Panas Secara Aliran atau Konveksi</i> | 11 |
| 2.6.3 <i>Perpindahan Panas Secara Perambatan atau Konduksi</i> ... | 12 |
| 2.6.4 <i>Temperatur Dinyatakan Didalam Kelvin</i> | 12 |
| 2.7 <i>Perpindahan Panas Melalui Dinding Yang Bersih</i> | 13 |
| 2.8 <i>Bahan Bakar</i> | 14 |
| 2.8.1 <i>Pengertian Gas LPG (Liquid Petroleum Gas)</i> | 14 |
| 2.9 <i>Kajian Pustaka</i> | 15 |

| | | |
|-----------------------|---|-----------|
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 20 |
| 3.2 | Metode Penelitian | 21 |
| 3.3 | Alat dan Bahan Penelitian | 21 |
| | 3.3.1 Alat Penelitian | 21 |
| | 3.3.2 Bahan Penelitian..... | 23 |
| 3.4 | Cara Kerja Pengujian Alat | 24 |
| 3.5 | Jenis dan Sumber Penelitian | 24 |
| 3.6 | Metode Pengumpulan Data | 25 |
| 3.7 | Metode Analisa Data | 25 |
| 3.8 | <i>Parameter</i> Penelitian | 25 |
| | | |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 | <i>Spesifikasi Water tube Boiler</i> Mini | 27 |
| 4.2 | Data Hasil Pengujian | 28 |
| | 4.2.1 Hasil Pengujian <i>Boiler</i> Mini | 28 |
| | 4.2.2 Grafik Hasil Pengujian <i>Boiler</i> Mini | 29 |
| 4.3 | Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Melalui Dinding Yang Bersih | 31 |
| | 4.3.1 Perhitungan Pengujian Pertama | 31 |
| | 4.3.2 Perhitungan Pengujian Kedua | 36 |
| | 4.3.3 Perhitungan Pengujian Ketiga | 40 |
| | 4.3.4 Perhitungan pengujian Keempat | 44 |
| | | |
| BAB V | KESIMPULAN | |
| 5.1 | Kesimpulan | 50 |
| 5.2 | Saran | 50 |
| | | |
| DAFTAR PUSTAKA | | 51 |
| | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 <i>Boiler Mini</i> | 5 |
| Gambar 2.2 <i>Ketel Pipa Air</i> | 7 |
| Gambar 2.3 <i>Ketel Pipa Api</i> | 7 |
| Gambar 2.4 <i>Kompore Gas</i> | 8 |
| Gambar 2.5 <i>Regulator Gas dan Gas Lpg</i> | 8 |
| Gambar 2.6 <i>Pressure Gauge</i> | 8 |
| Gambar 2.7 <i>Thermometer</i> | 9 |
| Gambar 2.8 <i>Drum Boiler</i> | 9 |
| Gambar 2.9 <i>Perpindahan Panas Melalui Dinding Yang Bersih</i> | 13 |
| Gambar 3.1 <i>Diagram Alir Penelitian</i> | 20 |
| Gambar 3.2 <i>Stopwatch</i> | 21 |
| Gambar 3.3 <i>Thermometer</i> | 22 |
| Gambar 3.4 <i>Pressure Gauge</i> | 22 |
| Gambar 3.5 <i>Safety Valve</i> | 22 |
| Gambar 3.6 <i>Thermo Gun</i> | 23 |
| Gambar 3.7 <i>Timbangan</i> | 23 |
| Gambar 4.1 <i>Boiler Mini ke Bejana</i> | 27 |
| Gambar 4.2 <i>Grafik Pengujian Boiler Mini 24 Juni 2024</i> | 29 |
| Gambar 4.3 <i>Grafik Pengujian Boiler Mini 1 Juli 2024</i> | 30 |
| Gambar 4.4 <i>Grafik Pengujian Boiler Mini 6 Juli 2024</i> | 30 |
| Gambar 4.5 <i>Grafik Pengujian Boiler Mini 13 Juli 2024</i> | 31 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 3.1 Bahan Penelitian | 23 |
| Tabel 3.2 Pengujian <i>Boiler</i> Mini | 26 |
| Tabel 4.1 <i>Spesifikasi Boiler</i> Mini Pipa Air | 27 |
| Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian <i>Boiler</i> 24 Juni 2024 | 28 |
| Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian <i>Boiler</i> 1 Juli 2024 | 28 |
| Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian <i>Boiler</i> 6 Juli 2024 | 28 |
| Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian <i>Boiler</i> 13 Juli 2024 | 29 |

DAFTAR SIMBOL

- F = Luas dinding *ketel* yang dilewati panas
- s = Tebal dinding
- λ = Angka perambatan panas
- α_1 = Angka peralihan panas dari api ke dinding *ketel*
- α_2 = Angka peralihan panas dari dinding *ketel* kepada air, uap ataupun udara
- Q_1 = Panas yang diserahkan oleh api kepada dinding *ketel*
- Q_2 = Panas yang dirambat didalam dinding *ketel*
- Q_3 = Panas yang diserahkan oleh dinding *ketel* kepada air, uap atau udara
- T_{d_1} = *Temperatur* dinding *ketel* sebelah kiri
- T_{d_2} = *Temperatur* dinding kanan
- K_0 = Angka perpindahan panas melalui dinding yang bersih

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Rekomendasi Seminar Laporan Skripsi
2. Lembar Bimbingan Laporan Skripsi
3. Lembar Pelaksanaan Revisi Skripsi
4. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
5. Lembar Desain Alat