



**ANALISIS EFISIENSI PACKAGE BOILER 2011 UA
DENGAN KAPASITAS 50 TON/JAM PT. PERTAMINA
REFINERY UNIT III PLAJU SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Arkan Mahadi
1810311062**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2021**



**ANALISIS EFISIENSI PACKAGE BOILER 2011 UA
DENGAN KAPASITAS 50 TON/JAM PT. PERTAMINA
REFINERY UNIT III PLAJU SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

Arkan Mahadi

1810311062

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2021**

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Arkan Mahadi

NIM : 1810311062

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Efisiensi Package Boiler 2011 UA dengan Kapasitas 50 ton/jam PT.Pertamina Refinery Unit III Plaju Sumatera Selatan.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Sugeng Prayitno, M.T.

Penguji Utama



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



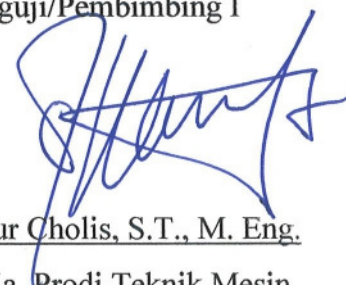
Dr. Ir. Reda Rizal, B. Sc., M. Si. IPU

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP

Penguji/Pembimbing I



Nur Cholis, S.T., M. Eng.

Ka. Prodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 13 Desember 2021

PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Arkan Mahadi
NIM : 1810311062
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Efisiensi Package Boiler 2011 UA dengan Kapasitas 50 ton/jam PT.Pertamina Refinery Unit III Plaju Sumatera Selatan.

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T, IPP

Pembimbing II



Fahrudin, S.T., M.T.

Jakarta, 30 Desember 2021

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Mesin



Nur Cholis, S.T., M. Eng.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arkan Mahadi

NIM : 1810311062

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 30 Desember 2021

Yang menyatakan,



(Arkan Mahadi)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arkan Mahadi

NIM : 1810311062

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak bebas Royalti noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISIS EFISIENSI PACKAGE BOILER 2011 UA DENGAN KAPASITAS
50 TON/JAM PT.PERTAMINA REFINERY UNIT III PLAJU SUMATERA
SELATAN”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi/PKL saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta 20 Desember 2021

Yang menyatakan,



(Arkan Mahadi)

**ANALISIS EFISIENSI PACKAGE BOILER 2011 UA
DENGAN KAPASITAS 50 TON/JAM PT. PERTAMINA REFINERY UNIT
III PLAJU SUMATERA SELATAN**

Arkan Mahadi

ABSTRAK

Efisiensi merupakan salah satu upaya dalam penghematan sumber energi untuk masa yang akan datang. Efisiensi pada boiler adalah suatu tingkat kerja yang didapatkan dari proses perpindahan energi fluida yang ada pada *boiler* dengan ditambahkan bahan bakar yang digunakannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya efisiensi *boiler* yaitu *Package Boiler 2011 UA* yang berbahan bakar *mixed gas*. Lalu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh pada penurunan efisiensinya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode untuk menghitung efisensi *boiler* yaitu metode langsung dan tidak langsung. Metode langsung membandingkan langsung *input dan output boiler*, sedangkan metode tidak langsung berfokus pada *heatloss*. Dengan hasil rata-rata berkisar 93% untuk metode langsung dan 91% untuk metode tidak langsung dapat disimpulkan bahwa boiler sudah berjalan dengan baik. Metode langsung lebih berfokus terhadap kapan terjadinya penurunan efisiensi pada boiler, sedangkan metode tidak langsung cocok untuk mengetahui secara detail faktor apa yang berpengaruh pada penurunan boiler. Lalu faktor *heatloss* yang paling signifikan dalam penurunan efisensi *boiler* ini adalah *moisture* yang terkandung dalam bahan bakar.

Kata Kunci : Efisiensi,Boiler,Metode langsung dan tidak langsung

**PACKAGE BOILER 2011 UA EFFICIENCY ANALYSIS
WITH A CAPACITY OF 50 TON/HOUR PT. PERTAMINA REFINERY
UNIT III PLAJU SOUTH SUMATERA**

Arkan Mahadi

ABSTRACT

Efficiency is one of the efforts in saving energy sources for the future. Efficiency in the boiler is a work level obtained from the fluid energy transfer process in the boiler by adding the fuel it uses. This research was conducted with the aim of knowing the magnitude of the boiler efficiency, namely Package Boiler 2011 UA which is fueled by mixed gas. Then this research also aims to find out what factors affect the decrease in efficiency. This research was conducted using 2 methods to calculate boiler efficiency, namely direct and indirect methods. The direct method directly compares the boiler input and output, while the indirect method focuses on heat loss. With average results ranging from 93% for the direct method and 91% for the indirect method, it can be concluded that the boiler has been running well. The direct method focuses more on when there is a decrease in efficiency in the boiler, while the indirect method is suitable for knowing in detail what factors affect the decline in the boiler. Then the most significant heatloss factor in reducing the efficiency of this boiler is the moisture contained in the fuel.

Keywords : Efficiency, Boiler, Direct and indirect method

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS EFISIENSI PACKAGE BOILER 2011 UA DENGAN KAPASITAS 50 TON/JAM PT. PERTAMINA REFINERY UNIT III PLAJU SUMATERA SELATAN”. Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Universitas Pembangunan Veteran Jakarta (UPNVJ).

Dalam penulisan laporan ini penulis mendapat dorongan dan bantuan baik secara segi materil, informasi dan spiritual sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya selama proses perkuliahan dari awal masuk perkuliahan sampai tahap akhir pengerjaan Skripsi.
2. Orang Tua dan Adik tercinta yang selalu senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan kasih sayangnya kepada penulis tanpa henti.
3. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, ST., MT., IPP dan Bapak Fahrudin, ST., MT., selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang sudah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya sehingga dapat memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Nur Cholis, ST., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing akademik penulis.
5. Bapak Syahrial Okzani dan Bapak Darmansyah selaku perwakilan PT.Pertamina Refinery Unit III Plaju Sumatra Selatan.
6. Keluarga Teknik Mesin 2018 yang telah memberikan dukungan kepada penulis

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis memohon maaf

kepada para pembaca karna adanya kekurangan dan kesalahan pada skripsi ini. Penulis menerima setiap masukan dan kritik yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua

Jakarta, 30 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PENGESAHAN PENGUJI	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Pengertian Boiler/Ketel Uap	8
2.2 Klasifikasi Boiler.....	9

2.2.1	Berdasarkan Fluida yang mengalir	9
2.2.2	Berdasarkan Pemakaiannya	10
2.2.3	Berdasarkan letak dapur (furnace).....	11
2.2.4	Berdasarkan Poros tutup drum (shell)	11
2.2.5	Berdasarkan jumlah lorong (boiler tube).....	11
2.2.6	Berdasarkan bentuk dan letak pipa.....	12
2.2.7	Berdasarkan sistem sirkulasi air (<i>water circulation</i>).....	13
2.3	Komponen <i>Boiler</i> /Ketel Uap.....	14
2.3.1	Komponen Utama	14
2.3.2	Komponen Pengaman (<i>Apendages</i>)	19
2.4	Prinsip Kerja Boiler.....	22
2.5	Bahan Bakar Boiler	22
2.5.1	Bahan bakar Padat.....	22
2.5.2	Bahan Bakar Minyak (<i>Fuel Oil</i>)	23
2.5.3	Gas Alam (<i>Natural Gas</i>)	23
2.5.4	Biomassa (<i>Biomass</i>).....	23
2.5.5	Bahan Bakar Sampah Padat Perkotaan	24
2.6	Siklus Rankine.....	24
2.7	Reaksi Pembakaran	25
2.8	Neraca Kalor.....	26
2.9	<i>Excess Air</i> (Udara yang berlebih).....	26
2.10	Efisiensi <i>Boiler</i> /Ketel Uap.....	27
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	30
3.2	Tahapan Penelitian	30
3.2.1	Identifikasi Masalah	30

3.2.2	Studi Literatur	30
3.2.3	Spesifikasi Ketel Uap.....	30
3.2.4	Pengambilan Data	30
3.2.5	Perhitungan Nilai Efisiensi	31
3.3	Lokasi Pengambilan Data.....	31
3.4	Cara Pengambilan Data	31
3.5	Experiment Setup	32
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengumpulan Data	34
4.2	Perhitungan Efisiensi Boiler.....	36
4.2.1	Efisiensi Metode Langsung	37
4.2.2	Metode Tidak Langsung	37
4.2.3	Hasil Penelitian	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Lapangan Harian Package Boiler	34
Tabel 4. 2 Data Komposisi Fuel Gas	36
Tabel 4. 3 Tabel Entalpi (BTU/lb)	36
Tabel 4. 4 Hasil Efisiensi Metode Langsung	37
Tabel 4. 5 Tabel Lmf	40
Tabel 4. 6 Hasil Efisiensi Tidak Langsung	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ketel Uap	8
Gambar 2. 2 Water-Tube Boiler	9
Gambar 2. 3 Fire-Tube Boiler	10
Gambar 2. 4 Ketel Skotch.....	12
Gambar 2. 5 Ketel dengan pipa lurus,bengkok dan berlakak-lekuk.....	12
Gambar 2. 6 Ketel dengan pipa miring-datar dan miring tegak	13
Gambar 2. 7 Ketel Lancashire	13
Gambar 2. 8 Ketel La-Mont	14
Gambar 2. 9 Economizer	15
Gambar 2. 10 Furnace (Ruang Bakar).....	15
Gambar 2. 11 Evaporator.....	16
Gambar 2. 12 Superheater	17
Gambar 2. 13 Reheater	17
Gambar 2. 14 Dearator	18
Gambar 2. 15 Pompa Sentrifugal	19
Gambar 2. 16 Pompa Plunger.....	19
Gambar 2. 17 Safety Valve (Katup Pengaman)	20
Gambar 2. 18 Manometer	20
Gambar 2. 19 Water Level Gauge	21
Gambar 2. 20 Plat Nama Ketel Uap	22
Gambar 2. 21 Siklus Rankine Sederhana Pada PLTU.....	24
Gambar 2. 22 Siklus Rankine diagram T-s.....	25
Gambar 2. 23 Diagram Sankey pada Boiler/Ketel Uap	26
Gambar 3. 1 Distributed Control System Package Boiler	32
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 Proses Pembentukan Dry Fuel Gas.....	38
Gambar 4. 2 Hasil Efisiensi Metode Langsung	42
Gambar 4. 3 Hasil Efisiensi Metode Tidak Langsung.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Laporan Hasil Pengujian Bahan Bakar