

**ANALISIS PENGGUNAAN *ECONOMIZER* TERHADAP
PERFORMA *BOILER FIRE TUBE***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Pendidikan Strata Satu



**Oleh:
GANDI IRAWAN
41187001160067**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45"
BEKASI
2022**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENGGUNAAN *ECONOMIZER* TERHADAP PERFORMA *BOILER FIRE TUBE*


Dipersiapkan dan disusun oleh

Gandi Irawan
41187001160067

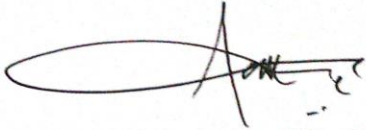
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 27 Oktober 2022

Disetujui oleh

Pembimbing I


Yopi Handoyo, S.Si., M.T.
45101102010017


Pembimbing II


R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
45101032013007

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Bekasi, 27 Oktober 2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1


R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan di depan tim penguji sidang skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjan pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

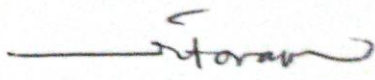

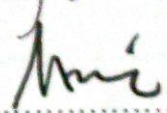
ANALISIS PENGGUNAAN *ECONOMIZER* TERHADAP PERFORMA *BOILER FIRE TUBE*

Nama : Gandi Irawan
NPM : 41187001160067
Program Studi : Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 27 Oktober 2022

Tim Penguji

Anggota Dewan Penguji:

- | Nama | Tanda Tangan |
|--|---|
| 1. Ahsan, S.T., M.T.
45502012018051 |  |
| 2. Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T.
45102012018001 |  |
| 3. Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng.
45104052015010 |  |

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gandi Irawan
NPM : 41187001160067
Program Studi : Teknik Mesin S1
Fakultas : Teknik
E-mail : irawan.gandi46@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul :

“ANALISIS PENGGUNAAN *ECONOMIZER* TERHADAP PERFORMA *BOILER FIRE TUBE*” Bebas dari plagiarisme.

Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bekasi, 27 Oktober 2022

Yang Membuat Pernyataan



Gandi Irawan

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. “Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”.
(QS. Al-Mujadalah, 11)
2. “Sebaik-baik manusia adalah yang dapat bermanfaat bagi manusia lainnya”
(H.R Ahmad, Ath-Thabrani, dan Ad-Daruqutni)
3. “Maka sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmu lah engkau berharap”. (QS. Al-Insyirah, 6-8)

PERSEMBAHAN

1. Orang tua, istri dan anak tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa terbaiknya untuk menyelesaikan pendidikan saya.
2. R. Hengki Rahmanto S.T., M.Eng. yang selaku ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Universitas Islam “45” Bekasi, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan maupun arahan dalam menyelesaikan skripsi.
3. Yopi Handoyo, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan maupun arahan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Teman-teman seperjuangan saya angkatan 2016. Khususnya kelas Shift A dan B yang sudah memberikan motivasi dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada dunia industri saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, dengan kondisi demikian tentunya dibutuhkan langkah agar dapat menjaga keberlangsungan dari tiap lini industri. Dalam hal ini perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap kinerja mesin yang digunakan untuk mengoptimalkan dan menghindari terjadinya pemborosan energi. Salah satu peralatan utilitas atau mesin yang digunakan dalam proses produksi di PT.X adalah *Boiler*. *Boiler* (Ketel uap) merupakan suatu alat atau bejana bertekanan tinggi yang digunakan untuk memanaskan air hingga menghasilkan uap panas atau *steam*. Kehilangan panas pada *boiler* merupakan salah satu faktor penting yang sangat berpengaruh untuk mengidentifikasi efisiensi pada *boiler*. Hal ini banyak mengakibatkan kerugian sehingga berdampak juga pada faktor ekonomis dan produktifitas, dimana diketahui bahwa temperatur gas buang pada cerobong (*chimney*) yang dihasilkan dari ketel uap masih tinggi antara 200-300°C. Salah satu metode perbaikan yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan energi panas dari gas buang sisa pembakaran *boiler* adalah dengan pemasangan alat penukar kalor atau *economizer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa *boiler* dengan penggunaan *economizer* dan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada *boiler*. Metodologi yang digunakan adalah metode *survey* dimana data penelitian diperoleh dari data record harian pengoperasian *boiler fire tube*. Setelah dilakukan perhitungan maka didapat efisiensi *boiler* dengan penggunaan *economizer* sebesar 89% sedangkan efisiensi *boiler* tanpa penggunaan *economizer* mempunyai nilai efisiensi sebesar 81%, sehingga dengan penggunaan *economizer* dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 18 m³/h dengan konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar 271 m³/h.

Kata Kunci: *Boiler*, *Economizer*, Efisiensi, Konsumsi Bahan Bakar

ABSTRACT

The development of technology in the industrial world is currently progressing very rapidly, with such conditions, of course, steps are needed to be able to maintain the sustainability of each line of industry. In this case, it is necessary to review the performance of the machine used to optimize and avoid energy wastage. One of the utility equipment or machines used in the production process at PT.X is a Boiler. Boiler (steam boiler) is a device or high pressure vessel used to heat water to produce hot steam or steam. Heat loss in the boiler is one of the important factors that greatly influence to identify the efficiency of the boiler. This results in a lot of losses so that it has an impact on economic and productivity factors, where it is known that the temperature of the flue gas in the chimney produced from the steam boiler is still high between 200-300°C. One of the repair methods that can be done to utilize heat energy from the exhaust gases from boiler combustion is to install a heat exchanger or economizer. This study aims to determine the performance of the boiler with the use of an economizer and to determine the fuel consumption of the boiler. The methodology used is a survey method where research data is obtained from daily records of fire tube boiler operations. After the calculation, the efficiency of the boiler with the use of an economizer is 89% while the efficiency of the boiler without the use of the economizer has an efficiency value of 81%, so that the use of the economizer can save fuel consumption of 18 m³/h with an average fuel consumption of 271 m. /h.

Keywords: Boiler, Economizer, Efficiency, Fuel Consumption

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT dengan segala nikmat dan karunia Nya atas berkat rahmat Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Penggunaan *Economizer* Terhadap Performa *Boiler Fire Tube*”

Laporan skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan tugas akhir pada program studi Teknik Mesin S-1 Universitas Islam “45” Bekasi. Dalam penyusunan laporan skripsi penulisan banyak mendapatkan bantuan dari beberapa pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan berupa motivasi maupun doa terbaiknya dalam penyelesaian skripsi.
2. Istri (Nindya Kharisma Cahyaningtyas) dan Putra pertamaku tercinta (Muhammad Arsyad Falah Ghani) yang selalu memberikan dukungan berupa motivasi, semangat dan doa terbaiknya dalam penyelesaian skripsi.
3. R. Hengki Rahmanto S.T., M.Eng. selaku ketua program studi Teknik Mesin S1 Universitas Islam “45” Bekasi.
4. Yopi Handoyo, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu dan bimbingannya.
5. Seluruh dosen khususnya dosen Fakultas Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan pengetahuannya.
6. Semua teman angkatan 2016 khususnya untuk teman-teman kelas shift A dan B yang sudah memberikan dukungannya.
7. Pihak perusahaan PT.X segenap staff PPIC dan Utility, yang telah membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis akan menerima masukan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu dan dapat menambah wawasan bagi pembaca dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia.

Walaikumsalam Wr. Wb

Bekasi, 28 Oktober 2022

(Gandi Irawan)

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viiviii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Teori Dasar <i>Boiler</i>	6
2.2 Teori Perpindahan Panas Pada <i>Boiler</i>	7
2.2.1 Perpindahan Panas Secara Pancaran (Radiasi)	7
2.2.2 Perpindahan Panas Secara Rambatan (Konduksi)	7
2.2.3 Perpindahan Panas Secara Aliran (Konveksi).....	8
2.3 Klasifikasi <i>Boiler</i>	9
2.3.1 <i>Boiler</i> berdasarkan <i>fluida</i> yang mengalir dalam pipa	9
2.3.2 <i>Boiler</i> Berdasarkan bahan bakar yang digunakan	13
2.3.3 Hoken <i>Boiler</i> Grand Kartech	14
2.4 Komponen - Komponen <i>Boiler</i>	15

2.4.1	Komponen utama	15
2.4.2	Komponen Pengaman	21
2.4.3	Komponen Peralatan Penunjang	22
2.4.4	Sistem <i>Boiler</i>	22
2.4.5	Air Umpan <i>Boiler</i>	23
2.5	Proses Pembentukan Uap Pada <i>Boiler</i>	24
2.5.1	Diagram Fase <i>Steam</i>	26
2.5.2	Neraca Panas <i>Boiler</i> (<i>Heat Balance</i>)	27
2.6	Efisiensi <i>Boiler</i>	29
a.	Metode Langsung	29
b.	Metode Tidak Langsung	31
c.	Alat Penukar Panas (<i>Economizer</i>)	32
d.	Efisiensi <i>Boiler</i> dengan penggunaan <i>Economizer</i>	34
e.	Sistem Bahan bakar	34
2.7	Kerangka Berfikir	35
2.8	Hipotesis	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Langkah Metode Penelitian	36
3.2	Tempat Penelitian	38
3.3	Waktu Penelitian	38
3.4	Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Hasil Penelitian	44
4.2	Pembahasan Penelitian	45
4.3	Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar <i>Boiler</i>	55
4.4	Efisiensi <i>Boiler</i>	57
BAB V PENUTUP		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Persyaratan <i>Feed water</i>	23
Tabel 2.2 Rekomendasi Batasan Air Umpan Boiler.....	24
Tabel 4.1 Hasil Penelitian <i>Boiler</i> Pada (<i>Load</i> 50%)	45
Tabel 4.2 Hasil Penelitian <i>Boiler</i> Pada (<i>Load</i> 60%)	47
Tabel 4.3 Hasil Penelitian <i>Boiler</i> Pada (<i>Load</i> 70%)	49
Tabel 4.4 Hasil Penelitian <i>Boiler</i> Pada (<i>Load</i> 80%)	50
Tabel 4.5 Hasil Penelitian <i>Boiler</i> pada (<i>Load</i> 90%)	52
Tabel 4.6 Hasil Penelitian <i>Boiler</i> pada (<i>Load</i> 100%)	54
Tabel 4.7 Data konsumsi BBM <i>Boiler</i> sebelum menggunakan <i>Economizer</i>	55
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Penghematan Bahan Bakar Pada <i>Boiler</i> dengan Penggunaan <i>Economizer</i>	56
Tabel 4.9 Data Parameter Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> Tanpa <i>Economizer</i>	57
Tabel 4.10 Data Parameter Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> Dengan <i>Economizer</i>	58
Tabel 4.11 Efisiensi <i>Boiler</i> Tanpa Menggunakan <i>Economizer</i>	60
Tabel 4.12 Efisiensi <i>Boiler</i> Dengan Menggunakan <i>Economizer</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fire Tube Boiler</i>	9
Gambar 2.2 Diagram Sederhana <i>Water Tube Boiler</i>	10
Gambar 2.3 Paket Boiler 3 Pass	11
Gambar 2.4 Skema Sederhan Hoken Boiler Grand Kartech.....	14
Gambar 2.5 Unit Boiler Grand Kartech	15
Gambar 2.6 <i>Steam Drum</i>	16
Gambar 2.7 <i>Furnace</i> (ruang bakar).....	17
Gambar 2.8 <i>Burner</i>	18
Gambar 2.9 Skema Sederhana <i>Economizer</i>	19
Gambar 2.10 <i>Blowdown</i>	20
Gambar 2.11 <i>Chimney</i> (cerobong asap).....	20
Gambar 2.12 Kurva <i>Steam</i> Jenuh.....	25
Gambar 2.13 Diagram <i>Fase Entalphi</i> vs Suhu.....	26
Gambar 2.14 Diagram Neraca Energi <i>Boiler</i>	28
Gambar 2.15 Kehilangan Panas Pada <i>Boiler</i>	28
Gambar 3.1 Diagram Proses Penelitian	37
Gambar 3.2 Unit <i>Boiler</i> dengan <i>Economizer</i>	39
Gambar 3.3 Skema Instalasi <i>Boiler</i>	39
Gambar 3.5 Temperatur Control	40
Gambar 3.6 <i>Indicator Temperatur</i>	41
Gambar 3.7 <i>Indicator Temperatur Gas Inlet</i>	42
Gambar 3.8 <i>Indicator Temperatur Gas Outlet</i>	42
Gambar 3.9 Skema Penelitian	43
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar <i>Boiler</i> sebelum dan sesudah menggunakan <i>Economizer</i> terhadap <i>Load</i>	56
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar terhadap Kenaikan Temperatur Air umpan.....	57
Gambar 4.3 Perbandingan Efisiensi <i>Boiler</i> Dengan Menggunakan <i>Economizer</i> dan Tanpa Menggunakan <i>Economizer</i>	60

