

**ANALISIS ENERGI YANG DIBUTUHKAN *ECONOMIZER*  
SEBAGAI PEMANASAN AWAL *FEED WATER* PADA *BOILER*  
DI PT MNA**



TRI JOSUA JAPERSON BOBBY SILALAH  
NIM : 41322120028

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2024

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS ENERGI YANG DIBUTUHKAN *ECONOMIZER* SEBAGAI  
PEMANASAN AWAL *FEED WATER* PADA *BOILER* DI PT MNA**



UNIVERSITAS  
Disusun oleh :  
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

NAMA : Tri josua japerson bobby silalahi

NIM : 41322120028

JURUSAN : TEKNIK MESIN

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

**JULI 2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Tri Josua Japerson Bobby Silalahi

NIM : 41322120028

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Energi Yang Dibutuhkan *Economizer* Sebagai Pemanasan Awal *Feed water* Pada *Boiler* Di PT MNA

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian pernyataan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Nanang Ruhyat, Dr., M.T

NIDN : 0323027301

Penguji 1 : Sagir Alva, S.Si, M.sc, Ph.D

NIDN : 0313037707

Penguji 2 : Henry Charles, ST., MT.

NIDN : 0301087304



Jakarta, 20 Juli 2024

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M. T.

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T

NIDN: 0005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan tangan di bawah ini

Nama : Tri Josua Japerson Bobby Silalahi  
NIM : 41322120028  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Energi Yang Dibutuhkan *Economizer* Sebagai Pemanasan Awal *Feed water* Pada *Boiler* Di PT MNA

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila terdapat di kemudian hari penulisan 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.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Juli 2024



Tri Josua Japerson Bobby Silalahi

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan yang maha esa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Mercu Buana Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrunasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
5. Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Tugas Akhir, atas kesabaran, arahan, dan motivasi yang diberikan dalam proses penulisan
6. Kedua orang tua, Krisman silalahi, ibunda tersayang Rumija manurung yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis, Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik masukan dan saran yang membangun dari berbagai pihak.

Jakarta, 20 Juli 2024

Penulis

Tri Josua Japerson Bobby Silalahi

## ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis energi yang dibutuhkan oleh *economizer* sebagai pemanasan awal *feed water* pada *boiler* di PT MNA. *Economizer* merupakan alat yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi *boiler* dengan memanfaatkan panas dari gas buang sebelum memasuki air *heater*. Proses perpindahan panas dalam *economizer* terjadi secara konveksi dan konduksi dengan arah aliran fluida yang berlawanan (*counter flow*). Air yang mengisi *steam drum* bergerak ke atas menuju *steam drum*, sedangkan udara pemanas bergerak ke bawah. Penggunaan *economizer* tidak hanya mengurangi konsumsi bahan bakar tetapi juga mengurangi emisi gas buang, sehingga berkontribusi pada efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan *economizer* mampu menghemat bahan bakar dan meningkatkan efisiensi *boiler* sebesar 17%. Jumlah panas yang dibutuhkan oleh *economizer* untuk memanaskan air umpan *boiler* adalah sebesar 1.034.880 kkal/jam hingga 2.204.895 kkal/jam. Koefisien konveksi aliran air dalam tube *economizer* diketahui sebesar 753 kW dengan luas penampang 0,00045 m<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk optimasi penggunaan *economizer* di industri *boiler* lainnya.

**Kata Kunci:** *economizer*, efisiensi *boiler*, pemanasan awal, *feed water*, gas buang, keberlanjutan energi.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRACT

*This study analyzes the energy required by the economizer for preheating feed water in the boiler at PT MNA. The economizer is a device used to enhance boiler efficiency by utilizing the heat from exhaust gases before entering the air heater. The heat transfer process in the economizer occurs through convection and conduction with counter flow of the fluids. The feed water moves upward towards the steam drum, while the heating air flows downward. The use of an economizer not only reduces fuel consumption but also lowers exhaust gas emissions, contributing to energy efficiency and environmental sustainability. This study found that the use of an economizer can save fuel and increase boiler efficiency by 17%. The amount of heat required by the economizer to heat the boiler feed water ranges from 1,034,880 kcal/hr to 2,204,895 kcal/hr. The convection coefficient of water flow within the economizer tubes is found to be 753 kW with a cross-sectional area of 0.00045 m<sup>2</sup>. The results of this study are expected to serve as a reference for optimizing the use of economizers in other boiler industries.*

**Keywords:** *economizer, boiler efficiency, preheating, feed water, exhaust gas, energy sustainability.*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH .....	2
1.3 TUJUAN .....	2
1.4 MANFAAT PENELITIAN .....	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH .....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN .....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 PENELITIAN TERDAHULU .....	5
2.2 <i>BOILER</i> .....	10
2.3 Klasifikasi <i>Boiler</i> .....	11
2.4 <i>Economizer</i> .....	13
2.4.1 Jenis – Jenis <i>Economizer</i> .....	14
2.4.2 Prinsip Kerja <i>Economizer</i> .....	15
2.4.3 Pipa-pipa <i>Economizer</i> .....	16
2.5 Siklus Pemanasan Air Umpan <i>Boiler (Feed Water Boiler)</i> .....	17
2.6 Perpindahan Panas Pada <i>Boiler</i> .....	18
2.7 Komponen Utama Dan Fungsinya .....	19
2.8 Sistem Air Pendingin Bantu ( <i>Close Circulation Cooling Water</i> ) .....	22
2.9 Perpindahan Panas Pada <i>Boiler</i> .....	23
2.10 <i>Multi Fuel Boiler</i> .....	24
2.11 Panas Buang <i>Flue Gas</i> .....	26
<b>BAB III</b> .....	<b>28</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
3.1 Diagram Alir.....	28
3.1.1 Diagram Alir Pengambilan Data .....	30
3.2 Alat Dan Bahan .....	31
3.2.1 Alat .....	31



3.2.2 Bahan .....	33
<b>BAB IV .....</b>	<b>34</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Data Observasi Lapangan.....	34
4.1.1 Data Spesifikasi Economizer .....	34
4.1.2 Data Spesifikasi <i>Boiler</i> .....	35
4.2 Hasil Perhitungan .....	36
4.2.1 Menghitung Hasil Perpindahan Panas Konduksi <i>Economizer</i> .....	36
4.2.2 Menghitung Perpindahan Panas Konveksi .....	37
4.2.3 Menghitung Jumlah Energi Panas Yang Dibutuhkan <i>Economizer</i> .....	37
4.2.4 Menghitung Efisiensi <i>Economizer</i> .....	40
4.2.5 Menghitung Koefisien Perpindahan Panas Aliran Fluida Di Dalam <i>Tube Economizer</i> .....	42
4.3 Pembahasan .....	44
4.3.1 Perpindahan Panas Konduksi dan Konveksi .....	44
4.3.2 Jumlah Energi Panas yang Dibutuhkan dan Efisiensi <i>Economizer</i> .....	44
4.3.3 Koefisien Perpindahan Panas Aliran Fluida di Dalam Tube <i>Economizer</i> ..	45
<b>BAB V.....</b>	<b>46</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>46</b>
5.1 KESIMPULAN .....	46
5.2 SARAN .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ketel Uap .....	11
Gambar 2. 2 Fire Tube boiler .....	12
Gambar 2. 3 Water Tube Boiler .....	13
Gambar 2. 4 Pipa – Pipa Economizer .....	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir .....	28
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengambilan Data.....	30
Gambar 3. 3 <i>Economizer di PT. Multimas Nabati Asahan</i> .....	32
Gambar 3. 4 Orifice Meter .....	32
Gambar 3. 5 Manometer .....	33
Gambar 3. 6 Water treatment plant.....	33
Gambar 4.1 Desain dari <i>Economizer</i> .....	34
Gambar 4. 2 Perbandingan Energi Panas yang Masuk dan Keluar dari <i>Economizer</i> .....	39
Gambar 4. 3 Efisiensi pada <i>Economizer</i> .....	41

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabel 4.1 Spesifikasi Economizer .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabel 4.2 Spesifikasi Boiler .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabel 4.3 Interpolasi Temperatur .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabel 4. 4 Efisiensi Energi Economizer Berdasarkan Data Temperatur dan Entalphi.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabel 4. 5 Efisiensi <i>Economizer</i> Berdasarkan Data Temperatur dan Entalpi ...</b>	<b>40</b>
<b>Tabel 4.6 Hasil Perhitungan.....</b>	<b>43</b>

