

**PENGARUH PENAMBAHAN *HEAT EXCHANGER* TERHADAP KONSUMSI
BAHAN BAKAR LNG (*LIQUEFIED NATURAL GAS*) PADA MESIN
MELTING FURNACE ALUMINIUM**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
YUSUF YOSSE SIREGAR
NIM: 41323110063

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN *HEAT EXCHANGER* TERHADAP KONSUMSI
BAHAN BAKAR LNG (*LIQUEFIED NATURAL GAS*) PADA MESIN *MELTING*
FURNACE ALUMINIUM



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Yusuf Yosse Siregar
NIM : 41323110063
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JANUARI 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Yusuf Yosse Siregar
NIM : 41323110063
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Pengaruh Penambahan *Heat Exchanger* Terhadap
Konsumsi Bahan Bakar LNG (*Liquefied Natural Gas*)
Pada Mesin *Melting Furnace* Aluminium

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Stata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T.

NIP : 101730256

Penguji 1 : Fajar Anggara, S.T., M.Eng.

NIDN : 217910157

Penguji 2 : Nurato, S.T., M.T., Ph.D.

NIDN : 0313047302

()
()

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Januari 2025

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 bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Yusuf Yosse Siregar
NIM : 41323110063
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Pengaruh Penambahan *Heat Exchanger* Terhadap
Konsumsi Bahan Bakar LNG (*Liquefied Natural Gas*)
Pada Mesin *Melting Furnace* Aluminium

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. 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.

Jakarta, 25 Januari 2025



Yusuf Yosse Siregar

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugrah dan tuntunanNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **PENGARUH PENAMBAHAN *HEAT EXCHANGER* TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR LNG (*LIQUEFIED NATURAL GAS*) PADA MESIN *MELTING FURNACE ALUMINIUM* ” dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana .**

Dalam Proses ini Penulis menyadari bahwa ada keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini. dalam proses penulisan skripsi ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis sendiri. Maka penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T. selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta serta selaku Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana Meruya,
4. Kepada orang tua saya, Ibu Ninik Sukarmi, serta kakak saya Yellin Radisca, S.Ft yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a,
5. Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak disebutkan satu persatu namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis.

ABSTRAK

Aluminium sangat penting dalam industri karena sifatnya yang mudah dibentuk dan tahan korosi. Namun, untuk menghasilkan produk aluminium memerlukan biaya yang cukup tinggi, salah satunya pada proses peleburan material aluminium tersebut. Proses peleburan pada mesin *melting furnace* menggunakan LNG (*Liquefied Natural Gas*) sebagai bahan bakar utama. Pada saat ini, suhu udara yang digunakan untuk melakukan pembakaran memiliki nilai yang rendah karena tidak dilakukan proses *pre-heating*, sehingga perlu dilakukan penambahan *heat exchanger* untuk meningkatkan suhu melalui *exhaust* mesin *melting furnace*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *heat exchanger* terhadap konsumsi bahan bakar LNG (*Liquefied Natural Gas*) pada mesin *melting furnace* aluminium. Pengambilan data dilakukan sebelum dan sesudah pemasangan *heat exchanger*, adapun pengambilan data bahan bakar LNG didapat dari *gas flow monitor* & data bahan yang akan dilebur didapat dari penimbangan ingot aluminium. Pengambilan data diambil pada waktu yang sama di jam 08.00 WIB selama 5 hari. Hasil dari penelitian ini adalah dengan dilakukan penambahan *heat exchanger* pada mesin *melting furnace* menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar LNG pada mesin *melting furnace* dapat menurun dibandingkan sebelum dilakukan penambahan *heat exchanger*, dengan hasil peningkatan efisiensi rata-rata sebesar 17,93 %.

Kata Kunci: *Heat exchanger, melting furnace, aluminium, LNG (Liquefied Natural Gas)*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

EFFECT OF ADDING HEAT EXCHANGER ON LNG (LIQUEFIED NATURAL GAS) FUEL CONSUMPTION IN ALUMINUM MELTING FURNACE MACHINE

ABSTRACT

Aluminum is very important in industry because of its malleability and corrosion resistance. However, to produce aluminum products requires quite high costs, one of which is in the process of smelting the aluminum material. The melting process in the melting furnace machine uses LNG (Liquefied Natural Gas) as the main fuel. At this time, the air temperature used for combustion has a low value because there is no pre-heating process, so it is necessary to add a heat exchanger to increase the temperature through the exhaust of the melting furnace engine. This study aims to determine the effect of the addition of heat exchangers on LNG (Liquefied Natural Gas) fuel consumption in aluminum melting furnace machines. Data collection was carried out before and after the installation of the heat exchanger, while the LNG fuel data was obtained from the gas flow monitor & the data of the material to be melted was obtained from weighing aluminum ingots. Data were taken at the same time at 08.00 WIB for 5 days. The result of this study is that the addition of heat exchanger to the melting furnace machine shows that the use of LNG fuel in the melting furnace machine can decrease compared to before the addition of heat exchanger, with the result of an average efficiency increase of 17.93%.

Keywords: Heat exchanger, melting furnace, aluminum, LNG (Liquefied Natural Gas)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 <i>MELTING FURNACE</i>	10
2.3 <i>HEAT EXCHANGER</i>	11
2.4 LNG (<i>LIQUEFIED NATURAL GAS</i>).....	11
2.5 PERPINDAHAN PANAS.....	12
2.6 PERPINDAHAN PANAS KONDUKSI.....	13
2.7 PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI	14
2.8 PERPINDAHAN PANAS RADIASI	15
2.9 EFISIENSI SISTEM	15
2.10 METODE LMTD	16

BAB III	18
METODE PENELITIAN.....	18
3.1 DIAGRAM ALIR.....	18
3.2 ALAT DAN BAHAN	20
3.3 VARIABEL BEBAS	26
3.4 METODE PENELITIAN	27
3.5 PROSEDUR EKSPERIMEN	27
3.6 PROSES LANGKAH-LANGKAH PENGAMBILAN DATA	28
3.6.1 Pengambilan Data Berat Bahan Lebur sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	28
3.6.2 Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	29
3.6.3 Pengambilan Data Temperatur Udara sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	29
3.6.4 Pengambilan Data Berat Bahan Lebur setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	29
3.6.5 Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	30
3.6.6 Pengambilan Data Temperatur Udara setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	31
3.6.7 Pengukuran Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	31
3.6.8 Pengukuran Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	32
3.6.9 Pengukuran Peningkatan Efisiensi Penambahan <i>Heat Exchanger</i>	33
BAB IV	34
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 DATA SEBELUM PEMASANGAN <i>HEAT EXCHANGER</i>	34
4.1.1 Data Berat Bahan Lebur sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	34
4.1.2 Data Konsumsi Bahan Bakar sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	34
4.1.3 Data Temperatur Udara sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	35
4.1.4 Koefisien performa Konsumsi Bahan Bakar sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	36

4.2 DATA SETELAH PEMASANGAN <i>HEAT EXCHANGER</i>	37
4.2.1 Data Berat Bahan Lebur setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	37
4.2.2 Data Konsumsi Bahan Bakar setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	38
4.2.3 Data Temperatur Udara setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	38
4.2.4 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	40
4.3 PENINGKATAN EFISIENSI PENAMBAHAN <i>HEAT EXCHANGER</i>	42
4.4 PERHITUNGAN LAJU ALIRAN PANAS.....	43
4.5 PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN	44
4.5.1 Hasil Bahan Lebur	45
4.5.2 Hasil Konsumsi Bahan Bakar	46
4.5.3 Hasil Temperatur Udara.....	47
4.5.4 Hasil Koefisien Performa Bahan Bakar.....	48
4.6 PENINGKATAN EFISIENSI PENAMBAHAN <i>HEAT EXCHANGER</i>	50
4.6.1 Analisis Peningkatan Efisiensi.....	50
BAB V.....	52
PENUTUP.....	52
5.1 KESIMPULAN	52
5.2 SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Melting furnace</i>	10
Gambar 2. 2 <i>heat exchanger shell and tube</i>	11
Gambar 2. 3 Diagram Aliran Sebuah LNG Plant	12
Gambar 2. 4 Perpindahan panas konduksi pada dinding	13
Gambar 2. 5 Perpindahan panas konveksi pada pipa	14
Gambar 2. 6 Perpindahan panas secara radiasi	15
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	18
Gambar 3. 2 Struktur <i>heat exchanger</i>	22
Gambar 3. 3 Mesin <i>melting furnace</i>	23
Gambar 3. 4 Aluminium ingot	23
Gambar 3. 5 Pipa.....	24
Gambar 3. 6 <i>Gas flow monitor</i>	25
Gambar 3. 7 Timbangan.....	25
Gambar 3. 8 <i>Blower</i>	26
Gambar 3. 9 Kabel	26
Gambar 3. 10 Skema pengambilan data berat bahan lebur	28
Gambar 3. 11 Skema pengambilan data konsumsi bahan bakar	29
Gambar 3. 12 Pengukuran aluminium	30
Gambar 3. 13 Pencatatan jumlah aluminium	30
Gambar 3. 14 Pengukuran konsumsi bahan bakar dengan <i>Gas Flow Monitor</i>	31
Gambar 3. 15 Pencatatan jumlah konsumsi bahan bakar.....	31
Gambar 4. 1 Pengambilan Data Temperatur sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	35
Gambar 4. 2 Pengambilan Data Temperatur setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i> ..	39
Gambar 4. 3 Hasil Bahan Lebur.....	45
Gambar 4. 4 Hasil Konsumsi Bahan Bakar	46
Gambar 4. 5 Hasil Temperatur Udara	47
Gambar 4. 6 Koefisien Performa (kg/m^3)	48
Gambar 4. 7 Koefisien Performa (m^3/ton)	49
Gambar 4. 8 Peningkatan Efisiensi Penambahan <i>Heat Exchanger</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	20
Tabel 3. 2 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar Sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	32
Tabel 3. 3 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar Setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	33
Tabel 3. 4 Peningkatan Efisiensi Penambahan <i>Heat Exchanger</i>	33
Tabel 4. 1 Data Berat Bahan Lebur sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	34
Tabel 4. 2 Data Konsumsi Bahan Bakar sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	34
Tabel 4. 3 Data Temperatur Udara sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	35
Tabel 4. 4 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	36
Tabel 4. 5 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar per ton sebelum Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	37
Tabel 4. 6 Data Berat Bahan Lebur setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	37
Tabel 4. 7 Data Konsumsi Bahan Bakar setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	38
Tabel 4. 8 Data Temperatur Udara setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	38
Tabel 4. 9 Suhu <i>Pre-heating</i>	39
Tabel 4. 10 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	40
Tabel 4. 11 Koefisien Performa Konsumsi Bahan Bakar per Ton setelah Pemasangan <i>Heat Exchanger</i>	41
Tabel 4. 12 Peningkatan Efisiensi Penambahan <i>Heat Exchanger</i>	42

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luasan Permukaan	m^2
V	Satuan volume	m^3
M	Massa	Kg
T	Temperatur Udara	$^{\circ}C$
T_h	Temperatur Panas (<i>Hot</i>)	$^{\circ}C$
T_c	Temperatur Dingin (<i>Cold</i>)	$^{\circ}C$
M_a	Massa bahan lebur sebelum modifikasi	Kg
M_m	Massa bahan lebur setelah modifikasi	Kg
V_a	Volume bahan bakar sebelum modifikasi	m^3
V_m	Volume bahan bakar setelah modifikasi	m^3
COP_a	Koefisien performa aktual	kg/m^3
COP_m	Koefisien performa setelah modifikasi	kg/m^3
η	Nilai peningkatan efisiensi	%
W	Besaran Daya Listrik	Watt
Pa	Satuan Tekanan Udara	kPa
f	Satuan Frekuensi	Hz

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
HE	<i>Heat Exchanger</i>
APK	Alat Penukar Kalor
MF	<i>Melting Furnace</i>
LNG	<i>Liquefied Natural Gas</i>
Al	Aluminium
TEG	<i>Thermoelectric Generator</i>
GFM	<i>Gas Flow Monitor</i>

