



**OPTIMASI EMISI CO₂ DENGAN PENGGUNAAN ENERGI
TERBARUKAN PADA MESIN *TEMPERING*
STUDI KASUS PADA INDUSTRI MANUFAKTUR**



TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Rendy Aji Patriawan

55122120028

**PROGRAM STUDI S2 MAGISTER MANAJEMEN
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2025**



**OPTIMASI EMISI CO₂ DENGAN PENGGUNAAN ENERGI
TERBARUKAN PADA MESIN *TEMPERING*
STUDI KASUS PADA INDUSTRI MANUFAKTUR**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk Menyelesaikan Program Pascasarjana

Program Studi Magister Manajemen

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

RENDY AJI PATRIAWAN

55122120028

**PROGRAM STUDI S2 MAGISTER MANAJEMEN
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UNIVERSITAS MERCU BUANA
TAHUN 2025**

ABSTRACT

PT ABC, a heavy equipment manufacturing company, faces increasing electricity consumption due to production growth. One major contributor is the tempering machine, which relies on electric heaters, leading to high electricity usage and CO₂ emissions. This study aims to optimize CO₂ emissions by utilizing renewable energy sources in the tempering machine at PT ABC. The main goal is to identify alternative energy sources that are more efficient and environmentally friendly, analyze their impact on energy consumption and operational costs, and evaluate their contribution to reducing CO₂ emissions. A quantitative approach with a descriptive comparative design and quasi-experimental method is used. Data collection includes direct observation, energy consumption measurement, and emission calculations. The study compares electricity, LPG, and LNG in terms of efficiency, cost, and environmental impact. The findings indicate that Replacing the electric heater with an LNG burner significantly reduces energy consumption and operational costs. LNG lowers CO₂ emissions by approximately 75% compared to electricity and reduces heating time by 46.67%, improving production efficiency. The study also reveals a 71.1% annual operational cost reduction and 48.5% cost savings, supporting sustainability and economic efficiency in manufacturing.

Keywords: Energy, CO₂ Emissions, Sustainability



ABSTRAK

PT ABC, sebuah perusahaan manufaktur alat berat, menghadapi peningkatan konsumsi listrik akibat pertumbuhan produksi. Salah satu penyumbang utama adalah mesin tempering yang menggunakan pemanas listrik, menyebabkan konsumsi energi tinggi dan emisi CO₂ yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan emisi CO₂ dengan pemanfaatan sumber energi terbarukan pada mesin tempering di PT ABC. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi alternatif energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan, menganalisis dampaknya terhadap konsumsi energi dan biaya operasional, serta mengevaluasi kontribusinya dalam mengurangi emisi CO₂. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif komparatif dan metode kuasi-eksperimen. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, pengukuran konsumsi energi, dan perhitungan emisi. Perbandingan dilakukan antara listrik, LPG, dan LNG dalam aspek efisiensi, biaya operasional, dan dampak lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian pemanas listrik dengan pembakar LNG secara signifikan mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional. Penggunaan LNG menurunkan emisi CO₂ hingga sekitar 75% dibandingkan listrik serta mengurangi waktu pemanasan sebesar 46.67%, meningkatkan efisiensi produksi. Studi ini juga menunjukkan pengurangan biaya operasional tahunan sebesar 71.1% dengan penghematan 48.5%, mendukung keberlanjutan dan efisiensi ekonomi dalam manufaktur.

Kata Kunci: Energi, Emisi CO₂, Keberlanjutan

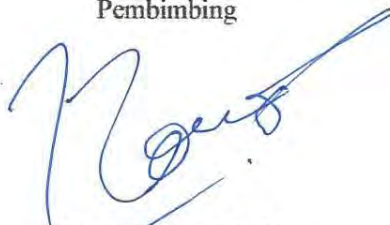
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Optimasi Emisi CO₂ Dengan Penggunaan Energi Terbarukan
Pada Mesin Tempering Studi Kasus Pada Industri Manufaktur
Bentuk Tesis : Penelitian / Kajian Masalah Perusahaan
Nama : Rendy Aji Patriawan
NIM : 55122120028
Program : Magister Manajemen
Tanggal : 15 Februari 2025

Mengesahkan,

Pembimbing



(Dr. Sugiyono, M.Si.)

Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis

Ketua Program Studi S2 Magister Manajemen



(Dr. Nurul Hidayah M.Si, Ak)



(Dr. Lenny Christina Nawangsari., MM)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Optimasi Emisi CO₂ Dengan Penggunaan Energi Terbarukan
Pada Mesin Tempering Studi Kasus Pada Industri Manufaktur

Bentuk Tesis : Penelitian / Kajian Masalah

Perusahaan Nama : Rendy Aji Patriawan

NIM : 55122120028

Program : Magister Manajemen

Tanggal : 01 Maret 2025

Merupakan hasil penelitian dan merupakan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis diperguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan data yang disajikan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 01 Maret 2025



(Rendy Aji Patriawan)

**PERNYATAAN PENGECEKAN PLAGIASI (*SIMILARITY*)
KARYA ILMIAH**

/SIMILARITY CHECK STATEMENT FOR SCIENTIFIC WORKS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
/The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama */Name* : Rendy Aji patriawan

NIM */Student id Number* : 55122120028

Program Studi */Study program* : S2 Manajemen

dengan judul:

/The title:

“Optimization of CO2 Emissions Using Renewable Energy in Tempering Machines A Case Study in the Manufacturing Industry”

telah dilakukan pengujian plagiasi (*similarity*) dengan sistem *Turnitin* pada tanggal:

/Has undergone a plagiarism (similarity) check using the Turnitin system on the date:

5 Februari 2025

didapatkan nilai persentase sebesar:

and the similarity percentage obtained was:

11 %

Jakarta, 5 Februari 2025

Kepala Administrasi/ Tata Usaha

FEB Universitas Mercu Buana

/Head of FEB Administrator



scan or [click here](#) for verify

Ahmad Faqih, S.E., M.M.

PIC: dens | No. Registrasi: SIMT-0225302

Dokumen digital ini telah diverifikasi menggunakan QR code.

/This digital document has been verified using a QR code.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul ***“OPTIMASI EMISI CO₂ DENGAN PENGGUNAAN ENERGI TERBARUKAN PADA MESIN TEMPERING STUDI KASUS PADA INDUSTRI MANUFAKTUR (Studi Kasus : PT. ABC)”***. Tesis ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Penyusunan Tesis ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin berterima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tesis ini terutama kepada:

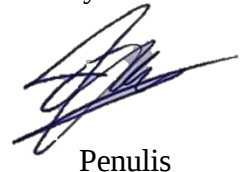
1. Prof. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Nurul Hidayah, M.Si, Ak., M.Si, selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Dr. Lenny Christina Nawangsari, MM., selaku Ketua Program Studi S2 Magister Manajemen Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan dukungan dan arahan selama studi ini.
4. Dr. Sugiyono, M.Si., selaku dosen pembimbing tesis, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berarti dalam penyelesaian tesis.
5. Dr. Tukhas Shilul Imaroh, MM selaku dosen penelaah seminar hasil penelitian Tesis dan juga dosen monitoring Tesis. Terima kasih atas waktu, bimbingan, dan semangat yang sangat bermanfaat demi perbaikan yang lebih baik bagi Tesis ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Magister Manajemen Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat bermanfaat selama masa studi.
7. Istri tercinta, Umi Munawaroh S.S, yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan tanpa henti selama penyusunan tesis ini.

8. Anak tercinta, Akai Shankara Patriawan, yang menjadi sumber inspirasi dan semangat dalam menyelesaikan studi ini.
9. Keluarga tercinta, terutama kedua orang tua saya Ayah tersayang saya Alm. Thomas Aliantono dan Ibu tercinta Tine Mulyaningsih, S.Pd., M.M., M.M.Pd. yang selalu memberikan dukungan moral, doa, dan motivasi tanpa henti.
10. Adik saya Cindy Novena S.Psi. yang juga banyak memberikan semangat dan dukungan.
11. Karyawan PT ABC yang telah bersedia memberikan data dan informasi dalam penelitian ini.
12. Rekan-rekan mahasiswa Magister Manajemen Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan studi.
13. Teman-teman dekat yang selalu memberikan dorongan serta menjadi tempat berbagi selama penyusunan tesis ini.
14. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari sebagai manusia biasa, bahwa penelitian ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak.

Selain itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan diri, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kelemahan dalam Tesis ini. Akhir kata, semoga Tesis ini bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 10 February 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN LUAR.....	i
HALAMAN DALAM.....	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
LEMBAR SIMILARITY CHECK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Rumusan Masalah Penelitian.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Kontribusi Penelitian.....	6
1.6. Batasan Masalah	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN	8
2.1. Kajian Teori	8
2.1.1. Efisiensi Energi	8
2.1.2. Langkah Efisiensi Energi	9
2.1.3. Emisi karbon dibidang manufaktur	10
2.1.4. Sistem Pengembangan Teknologi	11
2.1.5. Penggunaan energi terbarukan	12
2.1.6. Sustainability	13
2.1.7. Adopsi Teknologi Hijau	15
2.1.8. Tempering	16
2.2. kajian Penelitian Terdahulu	16
2.2.1. Kajian Penelitian Terdahulu	16

2.3.	Kerangka Pemikiran	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		26
3.1.	Jenis dan Desain Penelitian.....	26
3.1.1	Jenis Penelitian	26
3.1.2	Pendekatan Penelitian.....	26
3.2.	Data dan Informasi	30
3.2.1	Variabel Operasional	30
3.3.	Pengumpulan Data	31
3.3.1	Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.3.2	Uji kecukupan Data	32
3.3.3	Perhitungan Biaya Operasional	33
3.4.	Populasi Sampel	35
3.5.	Diagram Alir Penelitian.....	39
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....		40
4.1.	Gambaran Umum Perusahaa	40
4.1.1	Deskripsi Industri	40
4.1.2	Lingkup dan Bidang Usaha	41
4.1.3	Tantangan Bisnis	42
4.1.4	Proses/Kegiatan Fungsi Bisnis	42
4.2.	Hasil Penelitian.....	43
4.2.1	Deskripsi Industri	43
4.2.2	Analisis Kuantitatif.....	45
4.2.2.1	Pengumpulan Data	45
4.2.2.2	Analisa Perbandingan	46
4.2.2.3	Perhitungan Biaya Operasional	46
4.2.3	Modifikasi Pada Mesin Tempering	47
4.2.4	Pengecekan Distribusi Temperatur.....	48
4.2.5	Pengujian Waktu Distribusi temperature	49
4.2.6	Perbandingan terhadap CO2	54
4.2.7	Pengujian Kualitas.....	57
4.3	Pembahasan	57
4.4	Implikasi managerial	59

BAB V Kesimpulan dan Saran	62
5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Penggunaan Listrik 10 energi tertinggi	1
Gambar 1.2 grafik CO2.....	2
Gambar 1.3 Penggunaan Listrik 10 energi tertinggi	2
Gambar 1.4 Mesin Tempering 3.....	3
Gambar 2.1 Spesifikasi Mesin Tempering	9
Gambar 2.2 Sustainable Development Goals.....	13
Gambar 2.3 Tempering holding time	16
Gambar 2.4. Diagram kerangka berpikir penelitian.....	25
Gambar 3.1 Mesin Tempering.....	37
Gambar 3.2. Diagram kerangka berpikir penelitian.....	39
Gambar 4.1. Sektor Utama	41
Gambar 4.2. Struktur Organisasi.....	43
Gambar 4.3. Waktu Proses	44
Gambar 4.4. Flow Proses Proses Produksi	45
Gambar 4.5. Flow Proses.....	46
Gambar 4.6. Spesifikasi desain layout.....	48
Gambar 4.7. Distribusi Temperatur	49
Gambar 4.8. Hasil Distribusi Temperatur	49
Gambar 4.9. Hasil pengujian waktu distribusi temperature	50
Gambar 4.10. Data pengecekan kualitas material.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel Tabel 2.1 Jurnal Penelitian Nasional tedahulu.....	16
Tabel 2.2 Jurnal Internasional tedahulu.....	18
Tabel 2.3 State Of The Art (SOTA).....	22
Tabel 3.1 Tabel Operasi Variabel saat ini.....	30
Tabel 3.2. Spesifikasi Mesin Tempering.....	37
Tabel 3.3 Perbandingan Energi vs CO ₂	38
Tabel 3.4 Perhitungan Listrik vs LNG / LPG	38
Tabel 4.1. Data Energi	46
Tabel 4.2. Hasil estimasi kalkulasi Perbandingan.....	46
Tabel 4.3. Waktu Pemanasan Sebelum dan Sesudah Modifikasi.	51
Tabel 4.4. Waktu Pemanasan Sebelum dan Sesudah Modifikasi.	55
Tabel 4.5. Perbandingan penggunaan Listrik vs LNG	59
Tabel 4.6. Implikasi Manajerial Perbandingan penggunaan Listrik vs LNG	59