

**ANALISIS UJI KOMPATIBILITAS *CO-FIRING SAWDUST* DI PLTU BANTEN  
3 LONTAR UNIT 3**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

MOHAMMAD SAFTI

NIM : 41320120024

PROGAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2024

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS UJI KOMPATIBILITAS *CO-FIRING SAWDUST* DI PLTU BANTEN  
3 LONTAR UNIT 3**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Mohammad Safi'i

NIM : 41320120024

Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
DESEMBER 2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Mohammad Safi'i


NIM : 41320120024

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Uji Kompabilitas *Co-Firing Sawdust* di PLTU  
Banten 3 Lontar Unit 3

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan 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 : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D (  )

NIDN : 310029004

Penguji 1 : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D (  )

NIDN : 118690617

Penguji 2 : Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D (  )

NIDN : 0010046408

Jakarta, 13 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 : Mohammad Safi'i  
NIM : 41320120024  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Uji Kompabilitas *Co-Firing Sawdust* Di PLTU Banten  
3 Lontar Unit 3

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 dan benar keasliannya. 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.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 13 Januari 2025



Mohammad Safi'i

## PENGHARGAAN

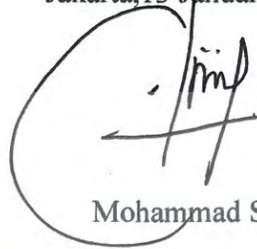
Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Esa, karena atas karunia -Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan pelaksanaan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk kelulusan jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan peyusunan Laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Ardiansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu buana.
4. Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan nasehat selama jalannya proses tugas akhir ini.
6. Kedua orang tua, Ayahanda Karmuji dan Ibunda Sukini (Alm) yang telah memberikan dukungan moral kepada penulis.
7. Segenap rekan kerja di PLTU Banten 3 Lontar yang telah memberikan dukungan dan masukan.
8. Teman-teman Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercubuana tahun angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan motivasi.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 13 Januari 2025



Mohammad Safi'i



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

# ANALISIS UJI KOMPATIBILITAS *CO-FIRING SAWDUST* DI PLTU BANTEN 3 LONTAR UNIT 3

## ABSTRAK

Indonesia, yang kaya akan sumber daya alam, masih bergantung pada batubara sebagai sumber energi utama. Namun, kesadaran terhadap keberlanjutan mendorong transisi menuju sumber daya terbarukan melalui penerapan *Co-Firing* biomassa di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Penelitian ini menganalisis dampak penerapan *Co-Firing sawdust* 4% terhadap kinerja *boiler* di Unit 3 PLTU Banten 3 Lontar, dengan kapasitas 315 MW, sebagai upaya mendukung bauran energi terbarukan Indonesia. Data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara untuk menghitung *Specific Fuel Consumption* (SFC) dan *Net Plant Heat Rate* (NPHR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi *sawdust* yang tidak merata memengaruhi kestabilan operasional, termasuk deviasi pada arus motor dan ketidakseimbangan beban motor di *Medium Speed Mill* (MSM). Kinerja *Primary Air Fan* (PAF) menurun, sementara *Forced Draft Fan* (FDF) dan *Induced Draft Fan* (IDF) tetap konsisten. Meskipun SFC sedikit lebih tinggi (0,64–0,67 kg/MWh), biaya produksi lebih rendah, yakni Rp 636,18/kWh dibandingkan Rp 647,70/kWh pada *Coal Firing*, memberikan penghematan rata-rata Rp 11,52/kWh. NPHR pada *Co-Firing* lebih rendah (2869,04 kCal/kWh) dibandingkan *Coal Firing* (2955,06 kCal/kWh), menunjukkan efisiensi yang lebih baik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan *Co-Firing sawdust* dapat meningkatkan efisiensi pembangkitan energi, mengurangi biaya operasional yang signifikan, dan mendukung upaya pencapaian bauran energi terbarukan di PLTU Banten 3 Lontar.

**Kata Kunci** : *Co-Firing*, PLTU, *Boiler*, Efisiensi energi, Bauran Energi Terbarukan

**ANALYSIS OF SAWDUST CO-FIRING COMPATIBILITY TEST IN BANTEN 3  
LONTAR UNIT 3**

**ABSTRACT**

*Indonesia, which is rich in natural resources, still relies on coal as its main energy source. However, awareness of sustainability is driving the transition to renewable resources through the implementation of biomass Co-Firing in Steam Power Plants (PLTU). This study analyzes the impact of the implementation of 4% sawdust Co-Firing on boiler performance in Unit 3 of PLTU Banten 3 Lontar, with a capacity of 315 MW, as an effort to support Indonesia's renewable energy mix. Data were collected through observation and interviews to calculate the specific fuel consumption (SFC) and Net Plant Heat Rate (NPHR). The results showed that uneven sawdust distribution affected operational stability, including deviations in motor current and motor load imbalance in the Medium Speed Mill (MSM). The performance of the Primary Air Fan (PAF) decreased, while the Forced Draft Fan (FDF) and Induced Draft Fan (IDF) remained consistent. Although the SFC is slightly higher (0.64–0.67 kg/MWh), the production cost is lower, which is IDR 636.18/kWh compared to IDR 647.70/kWh in Coal Firing, providing an average saving of IDR 11.52/kWh. The NPHR in Co-Firing is lower (2869.04 kCal/kWh) compared to Coal Firing (2955.06 kCal/kWh), indicating better efficiency. This study concludes that the application of sawdust Co-Firing can improve energy generation efficiency, reduce significant operational costs, and support efforts to achieve a renewable energy mix at the Banten 3 Lontar PLTU.*

**Keywords :** *Co-Firing, Boiler, PLTU, Energy Efficiency, Renewable Energy*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKAT</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xiii</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 PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
1.5. BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA TULISAN	5
<b>BAB II</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP	9
2.3. SIKLUS BATUBARA	11
2.4. KONSEP <i>COFIRING</i>	12
2.4.1 <i>Direct Co-Firing</i>	14
2.4.2 <i>Indirect Co-Firing</i>	14
2.4.3 <i>Paralel Co-Firing</i>	14
2.5. PENGAPLIKASIAN <i>COFIRING SAWDUST</i>	15
2.6. KARAKTERISTIK BIOMASSA SEBAGAI BAHAN BAKAR	18
2.7. KARAKTERISTIK SAWDUST YANG DIGUNAKAN	20
2.8. RUMUS PERHITUNGAN	22

<b>BAB III</b>	<b>24</b>
<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1. DIAGRAM ALIR	24
3.2. TEKNIK PENGAMBILAN DATA	25
3.3. SPESIFIKASI PERALATAN PLTU LONTAR	25
3.4. ALAT DAN BAHAN	27
3.5. DATA YANG DIGUNAKAN	29
3.6. TAHAPAN UJI KOMPABILITAS	30
3.7. DATA PENGUJIAN BAHAN BAKAR	31
3.8. DATA PARAMETER PERALATAN BOILER	32
3.9. DATA PERHITUNGAN	44
3.10. ANALISA DATA	45
<b>BAB IV</b>	<b>47</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>47</b>
4.1. ANALISIS KINERJA <i>MEDIUM SPEED MILL</i> (MSM)	47
4.2. ANALISIS KINERJA FAN BOILER	51
4.3. ANALISIS KINERJA AIR PREHEATER	53
4.4. ANALISIS KINERJA FURNACE BOILER	55
<b>BAB V</b>	<b>64</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>64</b>
5.1. KESIMPULAN	64
5.2. SARAN	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Unit PLTU Banten 3 Lontar	9
Gambar 2. 2 Proses Konversi Energi	10
Gambar 2. 3 Siklus Fluida PLTU	10
Gambar 2. 4 Kapal Tongkang dan <i>Ship Unloader</i>	11
Gambar 2. 5 <i>Belt Conveyor Area Bunker</i>	12
Gambar 2. 6 <i>Name Plate Boiler</i> Lontar	25
Gambar 2. 7 Metode <i>Co-Firing</i> batubara dengan biomassa	13
Gambar 2. 8 Sumber Energi Biomassa	19
Gambar 2. 9 <i>Ultimate dan Proximate Analysis</i>	20
Gambar 2. 10 <i>Coal Yard</i>	20
Gambar 3. 1 Proses Penelitian	24
Gambar 3. 2 <i>Digital Clamp Meter</i>	28
Gambar 3. 3 <i>Termocouple</i>	28
Gambar 3. 4 <i>Transmitter</i>	29
Gambar 3. 5 Proses Uji Kompabilitas	30
Gambar 3. 6 <i>Current Transformer (CT)</i>	34
Gambar 3. 7 <i>DCS Medium Speed Mill</i>	35
Gambar 3. 8 Proses Pengambilan Sampel <i>Finnes</i>	37
Gambar 3. 9 Alat Pengujian Sampel <i>Finnes</i> Batubara	37
Gambar 3. 10 Hasil Pengujian Sampel <i>Finnes</i> Batubara	38
Gambar 3. 11 <i>Primary Air Fan (PAF)</i>	39
Gambar 3. 12 <i>Forced Draft Fan (FDF)</i>	39
Gambar 3. 13 <i>Induced Draft Fan (IDF)</i>	40
Gambar 3. 14 DCS Area <i>Fan Boiler</i>	40
Gambar 3. 15 Titik Pengambilan Data Arus Motor APH	42
Gambar 3. 16 DCS Area <i>Furnace Boiler</i>	43
Gambar 4. 1 Deviasi Arus Motor MSM	48
Gambar 4. 2 Deviasi <i>Differential Pressure MSM</i>	49
Gambar 4. 3 <i>Outlet Temperature MSM</i>	50
Gambar 4. 4 Arus Motor PAF dan FDF	51
Gambar 4. 5 Arus Motor IDF	53

Gambar 4. 6 Arus Motor dan <i>Temperature Inlet Outlet APH</i>	54
Gambar 4. 6 <i>Temperature Furnace</i>	55
Gambar 4. 7 Grafik Nilai SFC antara <i>Coal Firing</i> dan <i>Co-Firing</i>	57
Gambar 4. 8 Perbandingan Hasil Biaya Produksi	60
Gambar 4. 9 Perbandingan Hasil Nilai NPHR	62



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Boiler</i> PLTU Lontar	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mill PLTU Lontar	26
Tabel 3. 3 Spesifikasi Batubara PLTU Lontar	27
Tabel 3. 4 Pengujian Batubara dan <i>Sawdust</i>	31
Tabel 3. 5 Bahan Bakar Yang Digunakan	32
Tabel 3. 3 Daya Pembangkit PLTU Lontar	33
Tabel 3. 4 Arus Motor <i>Medium Speed Mill</i> (MSM)	35
Tabel 3. 5 <i>Mill Outlet Temperature</i>	36
Tabel 3. 6 <i>Mill Differential Pressure</i>	36
Tabel 3. 7 Hasil Pengujian Sampel <i>Finnes</i> Batubara	38
Tabel 3. 8 Data Parameter PAF & FDF	41
Tabel 3. 9 Data Parameter IDF	41
Tabel 3. 10 Data Parameter APH	42
Tabel 3. 11 <i>Boiler Furnace Temperature</i>	43
Tabel 3. 12 Perhitungan SFC	44
Tabel 3. 13 Perhitungan NPHR	45
Tabel 4. 1 Perhitungan Nilai SFC	57
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Biaya Produksi	59
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan NPHR	62

## DAFTAR SINGKAT

SINGKATAN	KETERANGAN
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
MW	<i>Mega Watt</i>
ESDM	Energi dan Sumber Daya Alam
PLN	Perusahaan Listrik Negara
NPHR	<i>Nett Plant Heat Rate</i>
FEGT	<i>Furnace Exit Gas Temperature</i>
MRC	<i>Medium Range Coal</i>
LRC	<i>Low Range Coal</i>
ESP	<i>Elestrostatic Precipitator</i>
BMCR	<i>Boiler Maximum Continous Rating</i>
TMCR	<i>Turbin Maximum Continous Rating</i>
PC	<i>Pulverized Coal</i>
THE	Hutan Tanaman Energi
CCR	<i>Central Control Room</i>
SFC	<i>Specific Fuel Consumption</i>
MSM	<i>Medium Speed Mill</i>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
<i>SC</i>	<i>Specific Fuel Consumption</i>	<i>kg/kWh</i>
<i>T</i>	<i>Suhu</i>	<i>°C</i>
<i>P</i>	<i>Tekanan</i>	<i>Pa</i>
<i>Q</i>	<i>Laju Panas</i>	<i>kcal/jam</i>
<i>m</i>	<i>Massa</i>	<i>kg</i>
<i>H</i>	<i>Enthalpi</i>	<i>kcal/kg</i>
<i>C</i>	<i>Konsentrasi</i>	<i>mg/m<sup>3</sup></i>
<i>B</i>	<i>Biomassa (Sawdust)</i>	<i>kg</i>
<i>Cf</i>	<i>Konsumsi Bahan Bakar</i>	<i>Kg/jam</i>
<i>Ef</i>	<i>Energi</i>	<i>MJ/kg</i>
<i>n</i>	<i>Efisiensi Operasional</i>	<i>%</i>
<i>EF</i>	<i>Efisiensi Pembakaran</i>	<i>%</i>
<i>NPHR</i>	<i>Net Plant Heat Rate</i>	<i>kcal/kwh</i>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA