

**ANALISIS EFISIENSI BOILER CFB UNIT 2 PLTU AIR ANYIR BANGKA  
2X30 MW DENGAN METODE *DIRECT* DAN *INDIRECT***



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2021

## LAPORAN TUGAS AKHIR

### ANALISIS PERHITUNGAN EFISIENSI BOILER CFB UNIT 2 PADA PLTU AIR ANYIR BANGKA 2X30 MW DENGAN METODE DIRECT DAN INDIRECT



Disusun Oleh:

Nama : Winner P T Daspin Sitanggang  
NIM : 41319120130  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU(S1)  
AGUSTUS 2021

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS EFISIENSI BOILER CFB UNIT 2 PLTU AIR ANYIR BANGKA 2X30 MW DENGAN METODE *DIRECT* DAN *INDIRECT*

Disusun Oleh:

Nama : Winner P T Daspin Sitanggang  
NIM : 41319120130  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 4 Agustus 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



Ir. Dadang Suhendra Permana, M.Sc

NIP. 612650444

Penguji Sidang I



Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng

NIP. 216910097

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III

UNIVERSITAS  
**MERCUBUANA**

Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT

NIP. 101730256

Nurato, ST., MT

NIP.197580211

Mengetahui,



Kaprodi Teknik Mesin

Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D

NIP.118690617

Koordinator TA

Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng

NIP.216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Winner P T Daspin Sitanggang  
NIM : 41319120130  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Boiler CFB Unit 2 PLTU Air Anyir  
Bangka 2x30 MW Dengan Metode *Direct* Dan *Indirect*

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 tanpa paksaan.



## PENGHARGAAN

Dengan mengucap Puji dan Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas belas kasih dan karunia-Nya yang sangat luar biasa dan melimpah kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Efisiensi Boiler CFB Unit 2 PLTU Air Anyir Bangka 2x30 MW Dengan Metode *Direct* Dan *Indirect*” dengan baik dan benar. Penulisan Proposal Tugas Akhir ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum Sarjana strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana.

Penyusun menyadari tanpa dan bimbingan pengarahan dan bantuan dari semua pihak tentunya laporan ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya
2. Bapak Alieff Avicenna Luthfie, ST., M.Eng , selaku Koordinator tugas akhir sekaligus Seketaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya
3. Bapak Ir. Dadang Suhendra Permana, M.Sc , selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam membimbing dan mengarahkan selama proses penyusunan laporan tugas akhir
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya yang telah membimbing selama perkuliahan.
5. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana Meruya, atas kerjasama dan bantuannya selama proses pembelajaran dan proses penyusunan laporan ini.
6. Kedua Orang Tua saya yang selalu memberikan dukungan berupa doa, motivasi dan nasihatnya, begitu juga kakak-kakak, lae-lae, keponakan dan calon istri saya Grace Winda Situmorang sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Manager Unit PLTU Air Anyir Bangka Bapak Kunto Gunawan, Deputi Manager Operasi dan Pemeliharaan Bapak Roem Mulwy, Mantan Deputi Manager Operasi Bapak Rakhmat Hidayat, SPV Produksi Regu A Bapak/Abangda Feri Hidayat serta seluruh rekan kerja khususnya Regu A

atas dukungan dan motivasinya

8. Teman-teman tercinta yang telah banyak memberikan semangat sehingga laporan tugas akhir ini terselesaikan.

Semoga laporan ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis tetapi juga untuk para pembaca dan orang banyak agar mendapatkan ilmu dan pengetahuan bagi kita semua. Sekiranya terdapat kesalahan, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Kritik dan saran sekiranya dapat diberikan agar laporan ini menjadi lebih baik

Penulis



Winner P T Daspin Sitanggang



## ABSTRAK

PLTU Air Anyir Bangka menjadi penyuplai utama pasokan listrik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di bangka, memiliki dua unit pembangkit jenis boiler tipe CFB dengan kapasitas per unit pembangkitnya adalah 30 MW. Hasil *commissioning* menunjukkan PLTU Air Anyir Unit 2 mampu menghasilkan gross power 32.096,70 kW dengan efisiensi boiler sebesar 86,09%. Permasalahan pada penelitian ini, Unit 2 PLTU Air Anyir Bangka menghasilkan 25-26 MW, jika dibandingkan dengan data commissioning artinya telah terjadi penurunan performa dan menyebabkan kurangnya pasokan energi listrik di Pulau Bangka. Dalam proses pembangkitan tenaga listrik, efisiensi PLTU dapat menjadi potret kinerja sistem pembangkit secara bersih. Boiler merupakan salah satu peralatan dari PLTU yang perlu dihitung efisiensinya karena berpengaruh besar terhadap efisiensi PLTU. Melakukan uji efisiensi boiler dapat membantu dalam menemukan penyimpangan efisiensi boiler dari efisiensi terbaik. Menganalisa efisiensi boiler pada PLTU Air Anyir Bangka dengan menggunakan metode direct (metode langsung) dimana energi yang terkandung dalam steam (panas masuk) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar boiler (panas keluar) dan metode indirect (metode tidak langsung) yang dapat dihitung dengan mengurangkan persen kehilangan panas boiler seperti kehilangan panas akibat gas buang, penguapan air yang terbentuk karena adanya H<sub>2</sub> dalam bahan bakar, kehilangan panas karena penguapan kadar air dalam bahan bakar, kehilangan panas karena kadar air dalam udara dan Radiasi dan kehilangan lain yang tidak terhitung dari 100%. Hasil efisiensi dengan direct (metode langsung) maret 2021 sebesar 92,87% dan april 2021 sebesar 91,60%. Hasil efisiensi dengan metode indirect (metode tidak langsung) maret 2021 sebesar 81,1% dan april 2021 sebesar 83,37%. Kehilangan panas terbesar terjadi pada kehilangan panas pada gas buang.

**Kata Kunci:** PLTU, Boiler CFB, Efisiensi, Metode Langsung, Metode tidak Langsung



## **EFFICIENCY ANALYSIS OF CFB BOILER UNIT 2 PLTU AIR ANYIR**

### **BANGKA 2X30 MW WITH DIRECT AND INDIRECT METHODS**

#### **ABSTRACT**

*Air Anyir Bangka PLTU, which is the main supplier of electricity supply to meet the needs of the people in Bangka, has two CFB type boiler generating units with a capacity of 30 MW per generating unit. The commissioning results show that the PLTU Air Anyir Unit 2 is capable of producing a gross power of 32,096.70 kW with a boiler efficiency of 86.09%. In the process of generating electricity, PLTU efficiency can be a portrait of the performance of a clean generation system. The boiler is one of the equipment of the PLTU that needs to be calculated for its efficiency because it has a big effect on the efficiency of the PLTU. Performing boiler efficiency tests can assist in finding deviations from boiler efficiency from the best efficiency. Analyzing the efficiency of the boiler at the Air Anyir Bangka PLTU using the direct method (direct method) where the energy contained in the steam is compared with the energy contained in the boiler fuel and the indirect method (indirect method) which can be calculated by subtracting the heat loss portion from 100%. The efficiency results with the direct method in March 2021 are 92.87% and April 2021 are 91.60%. The results of the efficiency with the indirect method (indirect method) in March 2021 are 81.1% and April 2021 are 83.37%. The greatest heat loss occurs in the heat loss in the exhaust gas.*

**Keywords:** PLTU, CFB Boiler, Efficiency, Direct Method, Indirect Method



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iv</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRAC</i></b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	2
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	4
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP	8
2.3. SIKLUS RANKINE PLTU	14
2.4. BOILER CFB	15
2.4.1. Bagian Utama Boiler CFB	16
2.4.2. Bagian Bantu Boiler CFB	17

2.5.	KINERJA BOILER	20
2.5.1.	Neraca Panas	21
2.5.2.	Efisiensi Boiler	22
<b>BAB III METODOLOGI</b>		<b>27</b>
3.1	DIAGRAM ALIR	27
3.2.	ALAT DAN BAHAN	33
<b>BAB IV HASI DAN PEMBAHASAN</b>		<b>35</b>
4.1.	METODE LANGSUNG	35
4.2.	METODE TIDAK LANGSUNG	38
<b>BAB V PENUTUP</b>		<b>46</b>
5.1	KESIMPULAN	46
5.2.	SARAN	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>48</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Konversi Energi pada PLTU	9
Gambar 2.2. Boiler PLTU Bangka	9
Gambar 2.3. Boiler Pipa Api	10
Gambar 2.4. Boiler Pipa Air	11
Gambar 2.5. Segitiga Pembakaran	11
Gambar 2.6. Turbin PLTU Bangka	13
Gambar 2.7. Kondensor PLTU Bangka	13
Gambar 2.8. Generator PLTU Bangka	14
Gambar 2.9. Siklus Rankine	14
Gambar 2.10. Bagian Utama Boiler PLTU Bangka	17
Gambar 2.11. PAF (Primary Air Fan) PLTU Bangka	18
Gambar 2.12. SAF (Secondary Air Fan) PLTU Bangka	19
Gambar 2.13. IDF (Induce Draft Fan) PLTU Bangka	19
Gambar 2.14. Coal Feeder PLTU Bangka	20
Gambar 2.15. Bagian bantu Boiler PLTU Bangka	20
Gambar 2.16. Diagram Neraca Energi	21
Gambar 2.17. Berbagai kehilangan pada produksi Steam	22
Diagram alir dari Tugas Akhir ini ditunjukan pada Gambar 3.1	27
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2. Diagram alir Data Metode Direct	29
Gambar 3.3. Diagram alir Data Metode Indirect	30
Gambar 3.3. Diagram Alir Analisis dan Perhitungan Metode Direct	31
Gambar 3.4. Diagram Alir Analisis dan Perhitungan Metode Indirect	33
Gambar 3.2 Monitor Ruang Kontrol PLTU Bangka	34
Gambar 4.1.Diagram T-S Efisiensi Boiler Data Bulan Maret	36

Gambar 4.2.Diagram T-S Efisiensi Boiler Data Bulan April 37

Gambar 4.3. Hasil Perhitungan Efisiensi dengan Metode Tidak Langsung 44



## **DAFTAR TABEL**

Tabe 2.1. Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.2 Spesifikasi Boiler Unit 2 PLTU Bangka 2X30 MW	15
Tabel 2.3. Data Commissioning PLTU Air Anyir Bangka Unit 2	16
Tabel 4.1.Data Operasi Bulan Maret	35
Tabel 4.2.Data Operasi Bulan Aril	36
Tabel 4.3.Data Operasi Bulan Maret	38
Tabel 4.4.Data Operasi Bulan April	41
Tabe 4.5.Hasil Perhitungan Efisiensi dengan Metode Direct	43



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$\eta$	Efisiensi Boiler (%)
$h_g$	Entalpi Steam Jenuh (kkal/kg)
$h_f$	Entalpi Air Umpam (kcal/kg)
Q	Jumlah steam yang dihasilkan
q	Jumlah bahan bakar yang digunakan
$GCV_{batubara}$	Nilai Kalor spesifik bahan bakar (kkal/kg)
$GCV_{abu}$	Nilai kalor fly ash ( <i>Gross Calorie Value</i> ) (kkal/kg)
$GCV_{abu bawa}$	Nilai kalor bottom ash ( <i>Gross Calorie Value</i> ) (kkal/kg)
$M$	massa <i>moisture</i> dalam 1 kg batubara ( <i>moisture in fuel</i> )
m	Massa dari <i>dry flue gas</i> (kg/kg batubara)
C	Berat Carbon didalam bahan bakar (kg C per kg BB)
H	Berat Hidrogen didalam bahan bakar (kg H per kg BB)
O	Berat Oksigen didalam bahan bakar (kg O per kg BB)
S	Berat Sulphur didalam bahan bakar (kg S per kg BB)
AAS	Massa udara <i>actual</i> yang disuplai dalam 1 kg bahan bakar
$H_2$	Massa <i>hydrogen</i> dalam 1 kg batubara
$T_f$	Temperatur <i>flue gas</i> (°C)
$T_g$	Temperatur <i>ambient</i> (°C)
$C_p$	Panas spesifik <i>flue gas</i> (kcal/kg°C)
584	Panas laten berhubungan dengan tekanan parsial uap air
EA	Kelebihan udara (%)

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
CFB	Circulating Fluidized Bed
HSD	High Speed Diesel
PAF	Primary Air Fan
SAF	Secondary Air Fan
IDF	Induce Draft Fan
ESP	Electrosatic Precipitator
GCV	Gross Calorie Value

