

**#JUDUL SKRIPSI#**

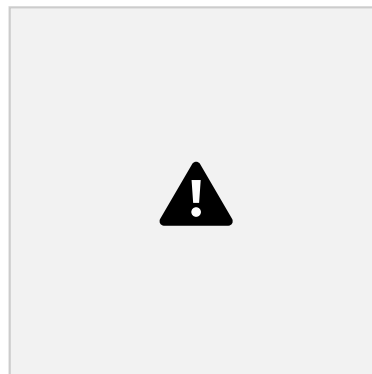
**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA MAHASISWA  
NOMOR POKOK MAHASISWA**

**5 cm**

5 cm



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
TAHUN**

**HALAMAN JUDUL**

**#JUDUL SKRIPSI#**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**Oleh:**

**NAMA MAHASISWA**  
**1881300xx**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

### HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal	:	Judul Skripsi
Nama Mahasiswa	:	
NIM	:	YY.813.00XX
Fakultas	:	Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

.....	.....
Pembimbing I	Pembimbing II
DR. Rahmadsyah, S. Kom, M. Kom	<u>Muhammad Idris, S.T., M.T</u>
Dekan	Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus:



## **HALAMAN PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, (tanggal sesuai tanggal pengesahan)

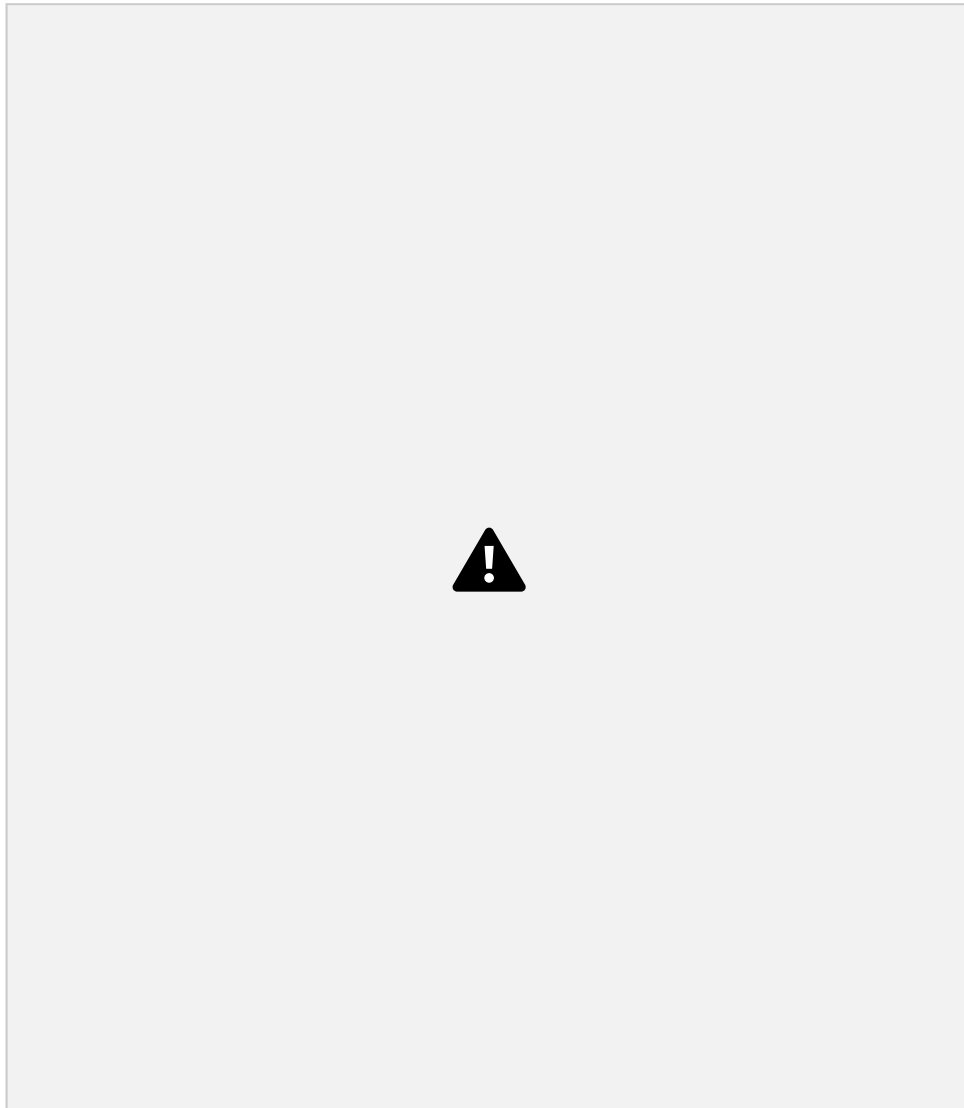
Materai Rp 10.000

Tanda tangan

Nama lengkap

1881300xx

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA  
ILMIAH**



## ABSTRAK

Setiap membuat abstrak terdiri dari tiga paragraf. Pertama memuat: judul penelitian, rumusan masalah, latar belakang dan tujuan penelitian. Kedua memuat: metode penelitian, teknik analisa data, landasan teori. Ketiga memuat: hasil atau kesimpulan yang diperoleh dari penelitian.

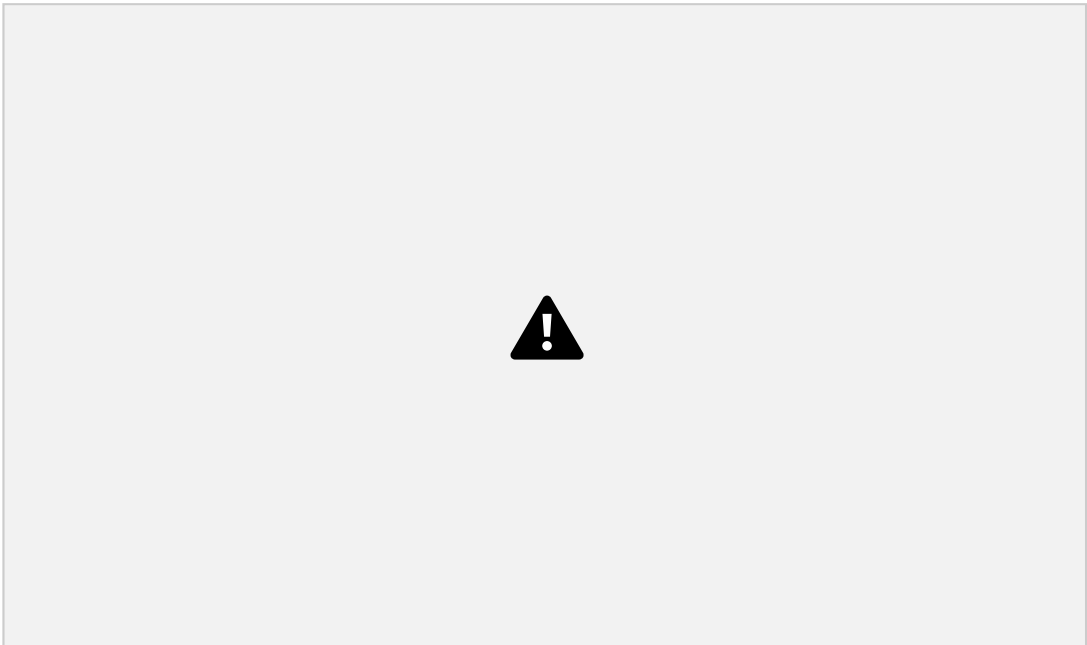
Kata kunci : Terdiri dari satu kata atau dua kata yang membentuk frase kata. 2. Mengandung kata yang unik yang terdapat dalam sebuah bacaan

***ABSTRACT***

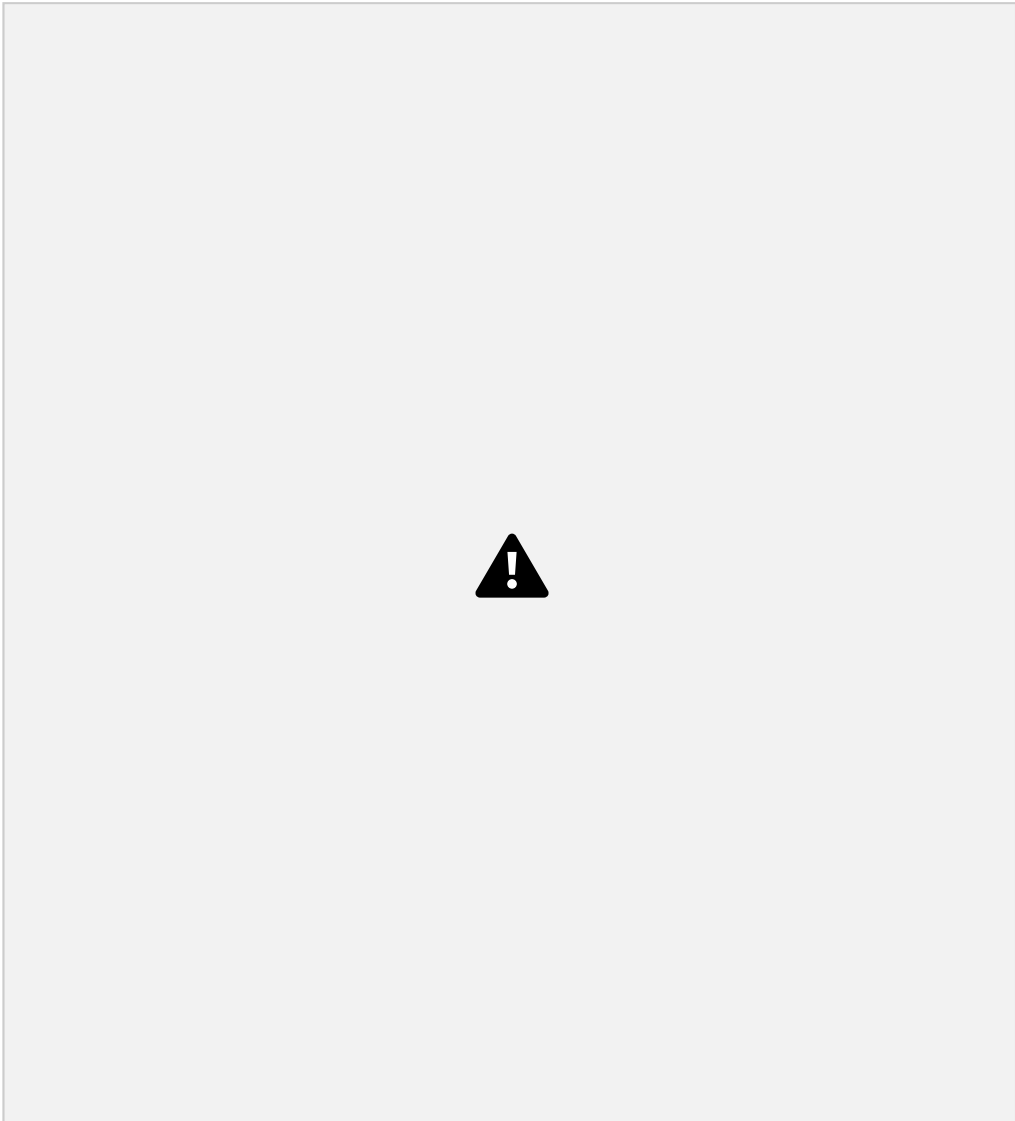
*Each abstract consists of three paragraphs. The first contains: research title, problem formulation, background and research objectives. The second contains: research methods, data analysis techniques, theoretical basis. The third contains: the results or conclusions obtained from the research.*

*Keywords: Consists of one word or two words that form a word phrase. 2. Contains unique words found in a reading.*

## RIWAYAT HIDUP



**KATA PENGANTAR**



## DAFTAR ISI

<u>HALAMAN JUDUL</u>	
<u>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</u>	
<u>HALAMAN PERNYATAAN</u>	
<u>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</u>	
<u>ABSTRAK</u>	
<u>RIWAYAT HIDUP</u>	
<u>KATA PENGANTAR</u>	
<u>DAFTAR ISI</u>	
<u>DAFTAR TABEL</u>	
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	
<u>DAFTAR NOTASI</u>	
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	
<u>1.1</u>	<u>Latar Belakang Masalah</u>
<u>1.2</u>	<u>Perumusan Masalah</u>
<u>1.3</u>	<u>Tujuan Penelitian</u>
<u>1.4</u>	<u>Hipotesis Penelitian</u>
<u>1.5</u>	<u>Manfaat Penelitian</u>
<u>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</u>	
<u>2.1</u>	<u>Batubara</u>
<u>2.2</u>	<u>Boiler</u>
<u>2.3</u>	<u>Specific Fuel Consumption (SFC)</u>
<u>2.4</u>	<u>Heat Rate</u>
<u>2.5</u>	<u>Siklus Rankine</u>
<u>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</u>	
<u>3.1</u>	<u>Waktu dan Tempat Penelitian</u>
<u>3.2</u>	<u>Bahan dan Alat</u>
<u>3.3</u>	<u>Metode Penelitian</u>
<u>3.4</u>	<u>Populasi dan Sampel</u>
<u>3.5</u>	<u>Prosedur Kerja</u>
<u>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</u>	
<u>4.1</u>	<u>Hasil</u>
<u>4.2</u>	<u>Pembahasan</u>
<u>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</u>	

5.1. Simpulan

5.2. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

**DAFTAR TABEL**

[Tabel 2.1. Klasifikasi batubara sesuai dengan ASTM D-338](#)

[Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir](#)

## DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1. Foto Sampel Batubara Jenis Antrasit, Bituminus, Sub-bituminus, dan Lignit.](#)

[Gambar 2.2. Contoh Susunan Peralatan Pada Boiler Pulverized Coal](#)

[Gambar 2.3. Skema Aliran Batubara Pada Boiler CFB](#)

[Gambar 2.4. Contoh Gambar Boiler Stoker](#)

[Gambar 2.5. Titik Pengukuran Turbine Heat Rate \(THR\),....](#)

[Gambar 2.6. Prinsip Kerja dan Perpindahan Panas Siklus Rankine](#)

[Gambar 2.7. T-S Digaram Siklus Rankine Ideal](#)

**DAFTAR LAMPIRAN**

### DAFTAR NOTASI

Aux. Power	=	Jumlah pemakaian sendiri (kW)
CV	=	Nilai kalori bahan bakar (kJ/kg)
Gen. Output	=	Jumlah daya yang dihasilkan generator (kW)
GPHR	=	<i>Gross Plant Heat Rate</i> (kJ/kWh)
$h_{in}$	=	Enthalpy air masuk boiler (kJ/kg)
$h_{out}$	=	Enthalpy uap masuk turbin (kJ/kg)
$h_{in}$	=	Enthalpy air masuk boiler (kJ/kg)
$h_{out}$	=	Enthalpy uap keluar boiler (kJ/kg)
$kW_{gross}$	=	Jumlah daya yang dihasilkan generator (kW)
$kW_{netto}$	=	Jumlah daya yang dihasilkan generator dikurangi daya pemakaian sendiri ( <i>auxiliary system</i> ) (kW)
$\dot{m}_{fuel}$	=	Laju aliran bahan bakar (kg/s)
$\dot{m}_{steam}$	=	Laju aliran uap (kg/s)
$\dot{m}_{steam}$	=	Laju aliran uap masuk turbin (kg/s)
$\eta_{boiler}$	=	Efisiensi Boiler
NPHR	=	<i>Net Plant Heat Rate</i> (kJ/kWh)
$Q_f$	=	Jumlah bahan bakar yang digunakan persatuan waktu (kg/s)
$SFC_{gross}$	=	Konsumsi bahan bakar spesifik terhadap daya yang dihasilkan generator (kg/kWh)
$SFC_{netto}$	=	Konsumsi bahan bakar spesifik terhadap daya netto (kg/kWh)
THR	=	Turbine Heat Rate (kJ/kWh)



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

**Contoh:** Masalah yang menyebabkan rendahnya efisiensi termal boiler diidentifikasi karena rendahnya energi panas ( $Q_{in}$ ) (Zhang et al. 2003)(Sciences 2016), kualitas nilai kalor bahan bakar (San Nicolas, Walkley, and van Deventer 2017), dimensi/ ukuran partikel bahan bakar batu bara yang tidak memenuhi standar kontinuitas pasokan bahan bakar, kurangnya suplay udara pembakaran, dan lain-lain term (Al-Saadi, Mathan, and He 2020).

#### **1.2 Perumusan Masalah**

Contoh: Banyak faktor yang mempengaruhi efisiensi termal boiler, diantaranya energi masuk, nilai kalor bahan bakar, dimensi partikel bahan bakar, suplai udara pembakaran. Dari berbagai factor yang efisiensi termal boiler, penulis sangat tertarik untuk meneliti tentang pengaruh nilai kalor, Energi panas dan ukuran partikel bahan bakar batu bara terhadap efisiensi. Oleh sebab itu pertanyaan yang ingin di jawab adalah:

- a) Bagaimana pengaruh ukuran bahan bakar batu bara efisiensi termal?
- b) Bagaimana pengaruh nilai kalor bahan bakar batu bara terhadap terhadap laju konsumsi bahan bakar spesifik

- c) Bagaimana Menganalisis pengaruh suplai udara pembakaran terhadap kinerja turbin

### 1.3 Tujuan Penelitian

Contoh Tujuan penelitian ini adalah untuk:

- a. Menganalisis pengaruh nilai kalor terhadap konsumsi bahan bakar spesifik
- b. Menganalisis pengaruh suplai udara pembakaran terhadap kinerja turbin
- c. Menganalisis pengaruh ukuran batubara terhadap efisiensi termal

### 1.4 Hipotesis Penelitian

### 1.5 Manfaat Penelitian

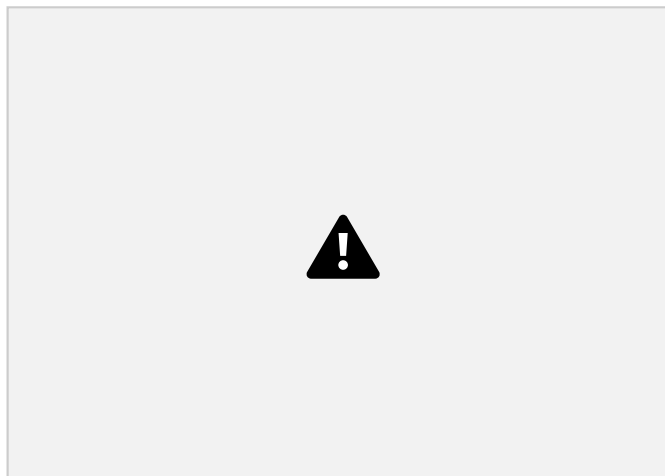
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

1.

#### 1.1 **Batubara**

Contoh: Proses pembentukan batubara yang dikontrol oleh tekanan, panas, dan waktu sangat mempengaruhi kualitas dari batubara itu sendiri. Berdasarkan kualitasnya, lebih lanjut batubara diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu Antrasit, Bituminus, Sub-bituminus, dan Lignit dengan tampilan fisik untuk setiap jenis batubara tersebut seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Foto Sampel Batubara Jenis Antrasit, Bituminus, Sub-bituminus, dan Lignit.

*American Society for Testing and Materials (ASTM)* menggambarkan klasifikasi batubara sesuai dengan tabel 2.1 [2] sebagai berikut:

Tabel 2.1. Klasifikasi batubara sesuai dengan ASTM D-338

Kelas/Grup	<i>Fixed Carbon Limit</i>		<i>Volatile Matter Limit</i>		<i>Gross Caloric Value Limit</i>		Karakter Penggumpalan
	<i>(Dry.Mineral-Matter-Free Basis). %</i>	<i>(Dry.Mineral-Matter-Free Basis). %</i>	<i>(Dry.Mineral-Matter-Free Basis). %</i>	<i>(Dry.Mineral-Matter-Free Basis). %</i>	<i>(Moist.Mineral-Matter-Free Basis). MJ/kg</i>	<i>(Moist.Mineral-Matter-Free Basis). MJ/kg</i>	
	$\geq$	$<$	$>$	$\leq$	$\geq$	$<$	
<b>Antrasit</b>							
Meta-Antrasit							Tidak Menggumpal
Antrasit							
Semi-Antrasit							
<b>Bituminus</b>							

#### 1.1.1 Klasifikasi Batubara Menurut ASTM

##### 1. Antrasit

Merupakan jenis batubara keras yang berwarna hitam mengkilat, dengan tekstur yang lebih padat, sedikit debu, serta memiliki kandungan karbon paling tinggi dibanding jenis batubara lainnya (Law 2006).

##### 2. Bituminus

Batubara jenis ini berwarna hitam dengan kandungan karbon mencapai 80% dari total beratnya. Batubara jenis ini terbentuk dari jenis sub-bituminus yang

semakin dalam dan semakin lama tertimbun, sehingga tekstur batubaranya menjadi lebih keras dan warnanya menjadi lebih hitam (Schmidt-Rohr 2015).

### 3. Sub-bituminus

Batubara jenis ini sedikit lebih tua dari lignit dan tidak terlalu keras, dengan kadar air yang tinggi namun masih lebih rendah dibandingkan lignit. Jenis batubara ini hanya mengandung 40-60% karbon (Faik 2017).

### 4. Lignit

Lignit merupakan batubara muda yang baru terbentuk berwarna coklat, serta memiliki kadar air yang tinggi. Batubara jenis ini merupakan batubara yang kualitasnya paling rendah dibandingkan dengan jenis batubara yang lain .

#### 1.1.2 Klasifikasi Batubara Menurut ISO

Batubara menurut ISO (*International Standard Organization*) dapat dikelompokkan lagi menjadi 3 peringkat, yaitu batubara peringkat rendah (*Low Rank Coal*), batubara peringkat menengah (*Medium Rank Coal*), dan batubara peringkat tinggi (*High Rank Coal*).

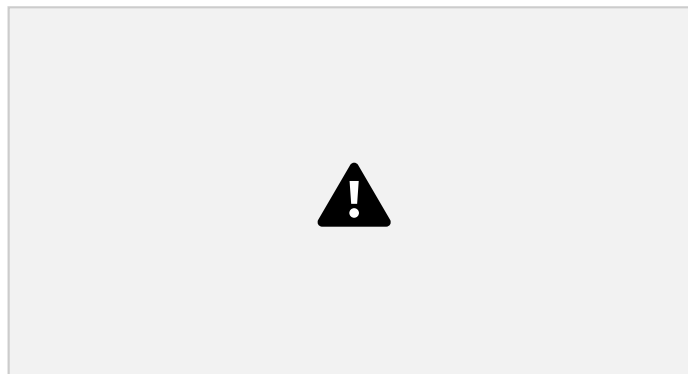
## 1.2 Boiler

Boiler atau ketel uap merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap/*steam* untuk berbagai keperluan .

### 1.2.1 Boiler Berjenis Pulverized Coal (PC)

Batubara yang digunakan sebagai bahan bakar boiler jenis PC berukuran sekitar 30 – 40  $\mu\text{m}$ . Karakteristik *boiler* PC seperti terlihat pada gambar 2.2. biasa disebut *primary air*. *Primary air* ini memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Mentransportasikan serbuk batubara dari *pulverizer* ke ruang bakar
2. Mengurangi kadar air dari serbuk batubara sehingga pembakaran

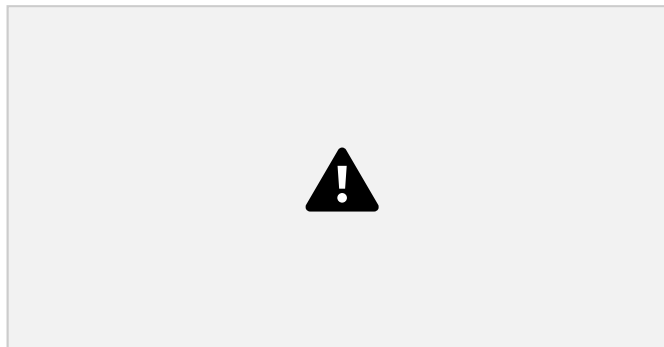


Gambar 2.2. Contoh Susunan Peralatan Pada Boiler Pulverized Coal

### 1.2.2 Boiler Berjenis CFB (Circulating Fluidized Bed)

Batubara yang digunakan pada boiler jenis CFB berukuran lebih besar dari boiler PC yaitu sekitar  $\pm 10$  mm (Aggarwal and Mawid 1997). Karakteristik aliran

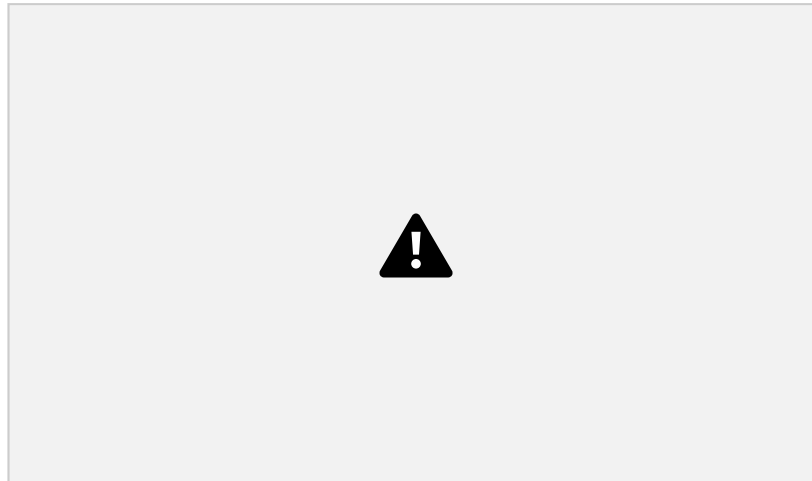
batubara dalam boiler CFB seperti terlihat pada gambar 2.3 .... bersama pasir dan terbakar di dalam ruang bakar. Material .... terpisah dengan *fly ash* dan jatuh kembali menuju ruang bakar *boiler*.



Gambar 2.3. Skema Aliran Batubara Pada Boiler CFB

### 1.2.3 Boiler Berjenis *Stoker*

Batubara pada *boiler stoker* dibakar diatas rantai besi yang berjalan sangat lambat. Sesuai dengan *ASME Section VII, Part 13. Boiler Auxiliary*, Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 (Farooq and Ramli 2015)



Gambar 2.4. Contoh Gambar Boiler Stoker

1.3 **Specific Fuel Consumption (SFC)**

*Specific fuel Consumption (SFC)* merupakan rasio perbandingan.....dibangkitkan, SFC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2:

$$\frac{\text{[Empty Box]}}{\text{[Empty Box]}}$$

..... (2.1)

$$\frac{\text{[Empty Box]}}{\text{[Empty Box]}}$$

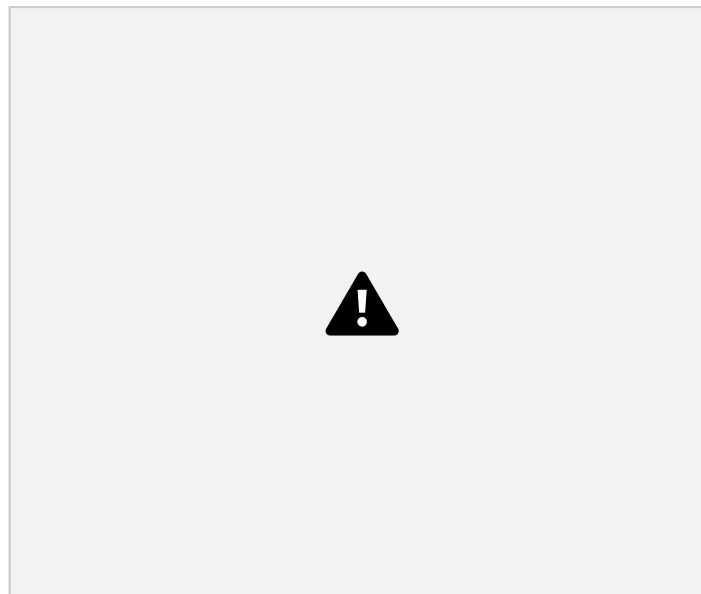
..... (2.2)

dimana :

$SFC_{gross}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$SFC_{netto}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$Q_f$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$kW_{gross}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$kW_{netto}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

#### 1.4 Heat Rate

*Heat rate* merupakan metode perhitungan performa suatu pembangkit yang melibatkan parameter data dari sisi boiler, turbin dan generator. pembangkit secara ... . (Wang et al. 2013), diantaranya adalah *Turbine Heat Rate (THR)*, *Gross Plant Heat Rate (GPHR)*, dan *Net Plant Heat Rate (NPHR)*. Pada gambar 2.5 terlihat bahwa titik pengukuran THR diambil diposisi B-C dimana variabel yang diperhitungkan meliputi kondisi uap masuk turbin, *output* generator, .....



Gambar 2.5. Titik Pengukuran Turbine Heat Rate (THR),....

1.4.1 Turbine Heat Rate (THR)

*Turbine Heat Rate (THR)* merupakan perbandingan laju panas yang masuk ke siklus uap terhadap output generator...s THR dapat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada ASME PTC 6-2004 [13] sebagai berikut:

$$\frac{\text{[Redacted]}}{\text{[Redacted]}}$$

.....(2.3)

dimana :

THR	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
-----	---	--

$\dot{m}_{\text{steam}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_{\text{out}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_{\text{in}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
Gen. Output	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

1.4.2 Gross Plant Heat Rate (GPHR)

*Gross Plant Heat Rate (GPHR) ... [13] sebagai berikut:*

$$\text{.....(2.4)}$$

dimana :

GPHR	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$CV_{\text{fuel}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}_{\text{fuel}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
Gen. Output	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

Selain persamaan diatas, GPHR juga dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{.....(2.5)}$$

$$\eta_{\text{boiler}} = \frac{\dot{m}_{\text{steam}}(h_{\text{out}} - h_{\text{in}})}{\dot{m}_{\text{fuel}}CV} \quad (2.6)$$

.....(2.6)

$$\eta_{\text{boiler}} = \frac{\dot{m}_{\text{steam}}(h_{\text{out}} - h_{\text{in}})}{\dot{m}_{\text{fuel}}CV} \quad (2.7)$$

$$\eta_{\text{boiler}} = \frac{\dot{m}_{\text{steam}}(h_{\text{out}} - h_{\text{in}})}{\dot{m}_{\text{fuel}}CV} \quad (2.7)$$

.....(2.7)

dimana :

$\eta_{\text{boiler}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}_{\text{fuel}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}_{\text{steam}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_{\text{out}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_{\text{in}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
CV	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

#### 1.4.3 Net Plant Heat Rate (NPHR)

*Net Plant Heat Rate (NPHR)* merupakan perbandingan dari laju panas dari bahan bakar yang masuk ke boiler terhadap net power output dimana *net power output* adalah daya *output generator* dikurangi dengan pemakaian sendiri atau

*Auxiliary Power. NPHR* dapat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada ASME PTC 6-2004 [13] sebagai berikut:

$$\frac{NPHR}{GPHR} = \frac{Gen. Output}{Aux. Power} \dots\dots\dots(2.8)$$

atau

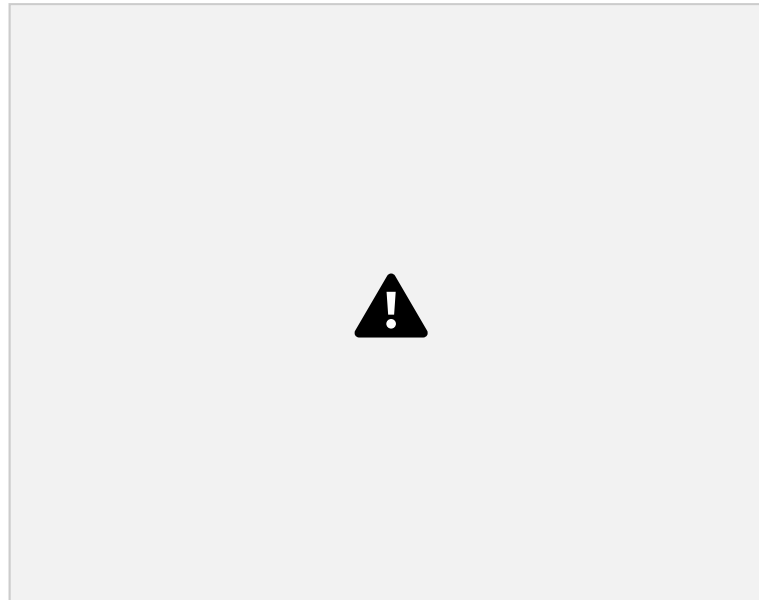
$$\frac{NPHR}{GPHR} = \frac{Gen. Output}{Aux. Power} \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana :

NPHR	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
GPHR	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
Gen. Output	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
Aux. Power	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

1.5 **Siklus Rankine**

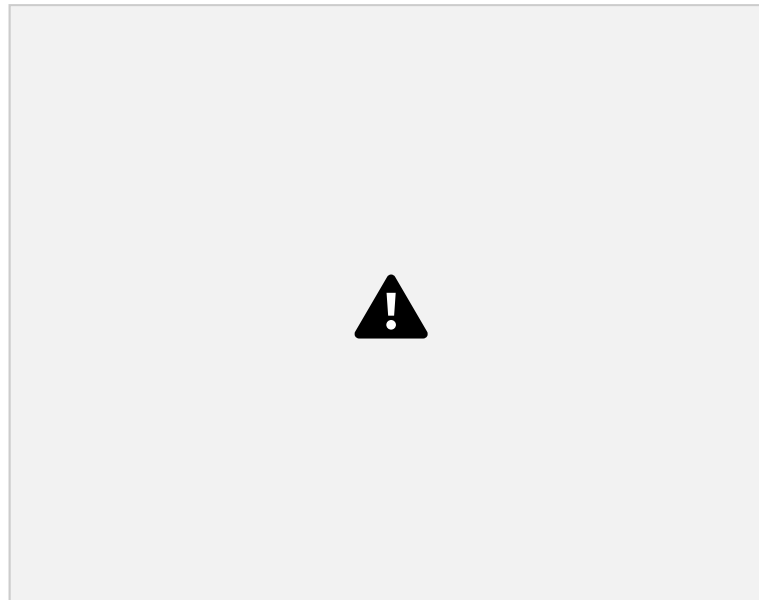
Siklus *Rankine* merupakan sebuah siklus yang ... menjadi kerja/energi gerak...seperti yang ditunjukam pada 2.6 [14]. ...



Gambar 2.6. Prinsip Kerja dan Perpindahan Panas Siklus Rankine

Fluida kerja pada siklus *rankine* ideal seperti pada gambar 2.7 mengalami serangkaian proses sebagai berikut:

1. Proses 1-2: ...
2. Proses 2-3: ... penekanan ..
3. Proses 4-1: .. di ...



Gambar 2.7. T-S Diagram Siklus Rankine Ideal

Evaluasi prinsip kerja dan perpindahan panas terhadap siklus *rankine* pada gambar 2.6 dan gambar 2.7 dapat dijabarkan sebagai berikut:

1.5.1 Turbin

Uap jenuh keluar boiler pada keadaan 1, ... Dengan demikian kerja turbin

( $W_T$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [14]:

$$\boxed{\hspace{2cm}} \quad \boxed{\hspace{2cm}}$$

.....(2.10)

dimana:

$W_t$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_1$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_2$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

1.5.2 Kondensor

Fluida kerja di dalam kondenser mengalami perpindahan panas ke air pendingin yang mengalir ..... ( $Q_{out}$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [14]:



.....(2.11)

dimana :

$Q_{out}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_2$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_3$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

1.5.3 Pompa

Air yang keluar dari kondensor pada ..... Dengan demikian kerja pompa ( $W_p$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [14]:

$$\boxed{\phantom{W_p}} = \boxed{\phantom{\dot{m} g (h_3 + h_4)}} \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana:

$W_p$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_3$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_4$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

Selain rumus diatas, kerja pompa juga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [15]:

$$\boxed{\phantom{W_p}} = \boxed{\phantom{\dot{v} (P_{in} - P_{out})}} \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana :

$W_p$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{v}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$P_{in}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$P_{out}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

1.5.4 Boiler

Fluida kerja .....kerja atau dapat juga disebut energi masuk ( $Q_{in}$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [14]:

$$\frac{Q_{in}}{\dot{m}} = h_1 - h_4 \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

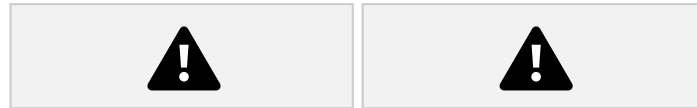
dimana :

$Q_{in}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$\dot{m}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_1$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_4$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

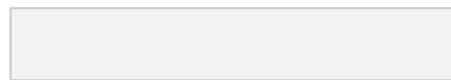
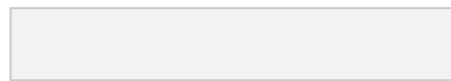
**Efisiensi Termal Siklus**

Efisiensi termal .... Efisiensi termal dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [14]:

$$\eta_{th} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_4} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$



.....(2.16)



.....(2.17)

dimana :

$\eta_{\text{termal}}$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_1$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_2$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_3$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)
$h_4$	=	Beri penjelasan beserta satuan (.....)

### BAB III

#### METODOLOGI PENELITIAN

#### c.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	20xx															
	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■														
Penulisan Proposal			■	■												
Seminar Proposal					■											
Proses Penelitian						■	■	■								
Pengolahan Data Penyelesaian Laporan										■	■	■				
Seminar Hasil													■			
Evaluasi dan persiapan Sidang														■	■	
Sidang Sarjana																■

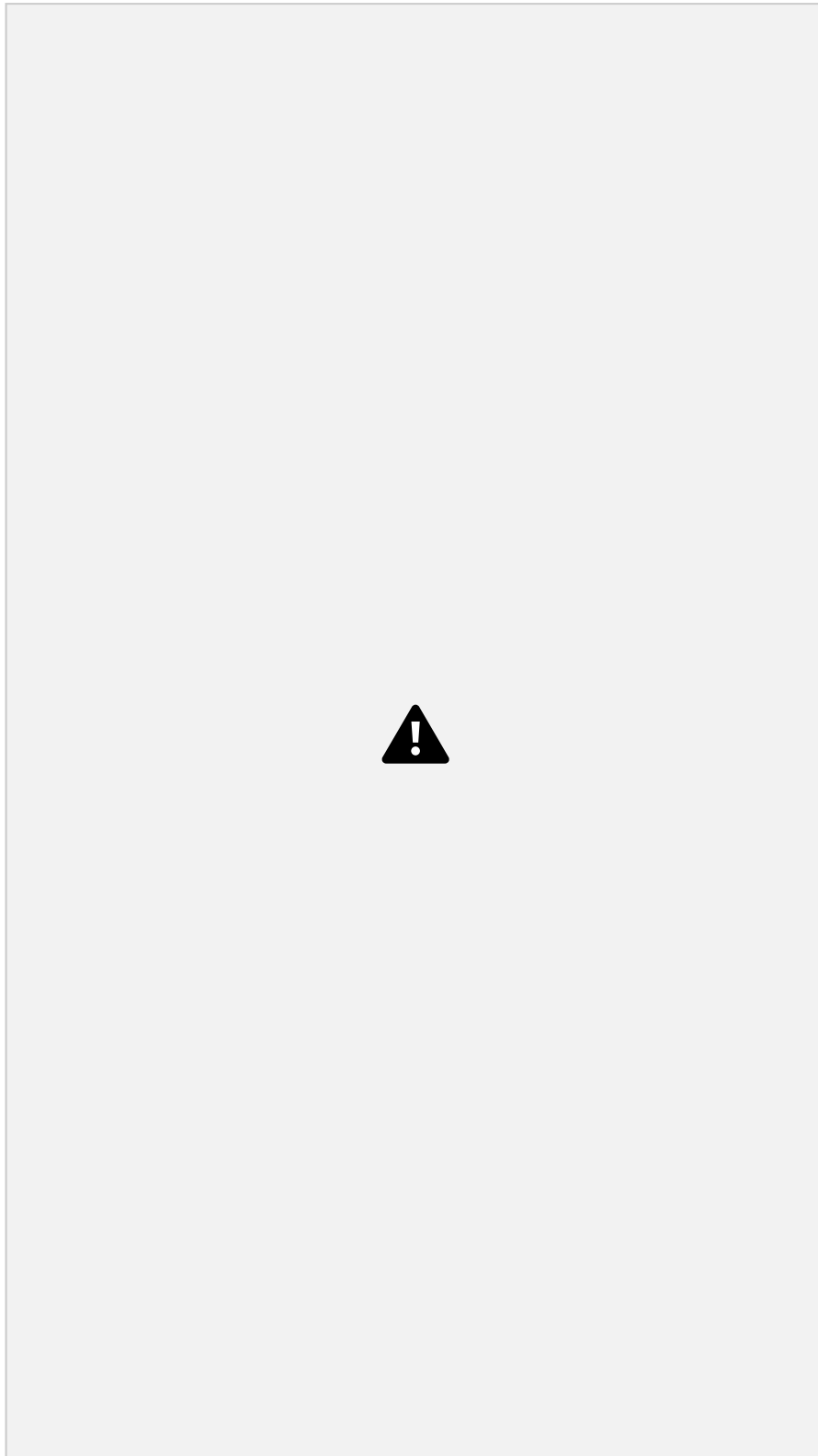
#### c.2 Bahan dan Alat

#### c.3 Metode Penelitian

c.4 **Populasi dan Sampel**

c.5 **Prosedur Kerja**

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

1.

a.

#### a.1 **Hasil**

Contoh: Nilai konsumsi bahan bakar spesifik dipengaruhi oleh jenis ukuran batu bara sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Nilai Sfc

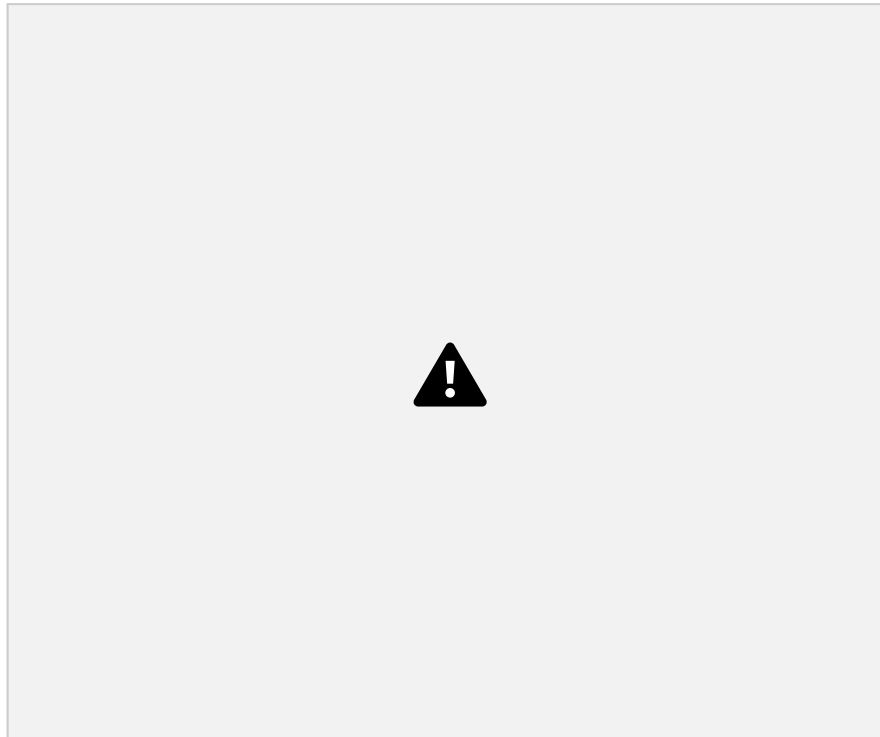
Parameter	Nilai (kg/kWh)		Selisih (kg/kWh)	Persentase Selisih %
	Batubara non-Standar ASME	Batubara Standar ASME		
$SFC_{gross}$	..	..	.	..
$SFC_{netto}$	...	..	..	..

#### a.2 **Pembahasan**

Contoh: Perhitungan nilai SFC bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah batubara yang dibutuhkan untuk membangkitkan daya sebesar 1 kW selama satu

jam. Semakin kecil nilai SFC maka semakin bagus karena batubara yang dibutuhkan semakin sedikit. Dalam penelitian ini penulis menghitung serta membandingkan nilai SFCgross dan SFCnetto operasi pembangkit saat menggunakan batubara non-standar ASME dengan batubara standar ASME sehingga diketahui operasi dengan batubara mana yang lebih efisien serta berapa selisihnya.

Gambar 4.1 memperlihatkan perbandingan nilai SFC antara operasi boiler dengan menggunakan batubara non-standar ASME dengan menggunakan batubara standar ASME setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (2). Dan gambar 4.2 merupakan contoh penggunaan grafik dengan .....



Gambar 4.1. Perbandingan Nilai SFC Operasi Pembangkit Menggunakan Batubara non-standar ASME dengan Batubara Standar ASME



Gambar 4. 2. Saturated water—Temperature table

**BAB V**  
**SIMPULAN DAN SARAN**

1.
  - 1.1. **Simpulan**
  - 1.2. **Saran**

## DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, S. K., and M. Mawid. 1997. "Fuel Vapor Accumulation Effect on the Combustion Characteristics of Multicomponent Fuel Droplets." *Chemical Engineering Communications* 157: 35–51.
- Al-Saadi, Ali, Bobby Mathan, and Yinghe He. 2020. "Biodiesel Production via Simultaneous Transesterification and Esterification Reactions over SrO–ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as a Bifunctional Catalyst Using High Acidic Waste Cooking Oil." *Chemical Engineering Research and Design* 162(October): 238–48.
- Faik, Ahmad Muneerel-deen. 2017. "Quantitative Investigation of the Multicomponent Fuel Droplet Combustion Using High Speed Imaging and Digital Image Processing." (August).
- Farooq, Muhammad, and Anita Ramli. 2015. "Biodiesel Production from Low FFA Waste Cooking Oil Using Heterogeneous Catalyst Derived from Chicken Bones." *Renewable Energy* 76(April): 362–68.
- Law, Chung K. 2006. *Combustion Physics*. New York: United States of America by Cambridge University Press, New York.
- San Nicolas, R.V.R., B. Walkley, and J.S.J. van Deventer. 2017. Woodhead publishing series in energy *Coal Combustion Products (CCP's) Characteristics, Utilization and Benefication*.
- Schmidt-Rohr, Klaus. 2015. "Why Combustions Are Always Exothermic, Yielding about 418 KJ per Mole of O<sub>2</sub>." *Journal of Chemical Education* 92(12): 2094–99.
- Sciences, Health. 2016. 4 *Handbook of Mechanical Engineering Calculation*. Second.
- Wang, C. H. et al. 2013. "Burning Behaviors of Collision-Merged Water/Diesel, Methanol/Diesel, and Water + Methanol/Diesel Droplets." *Fuel* 106(April): 204–11.
- Zhang, Y., M. A. Dubé, D. D. McLean, and M. Kates. 2003. "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: 1. Process Design and Technological Assessment." *Bioresource Technology* 89(1): 1–16.

**LAMPIRAN**