

**ANALISA NPERBADINGAN BAHAN BAKAR BATU BARA
DENGAN CANGKANG SAWIT TERHADAP BOILER CFB DI
PT INDONESIA CHEMICAL ALUMINA**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI



Disusun Oleh :
EVAN SUSANTO
NIM. 141210148

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERBANDINGAN BAHAN BAKAR BATU BARA
DENGAN CANGKANG TERHADAP BOILER CFB KAPASITAS
75 TON DI PT INDONESIA CHEMICAL ALUMINA TAYAN**

SKRIPSI


Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



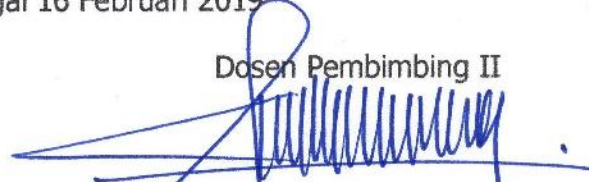
EVAN SUSANTO
NIM. 141210148

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 16 Februari 2019


Dosen Pembimbing I


GUNARTO, ST.,M.Eng
NIDN.00.0909.01


Dosen Pembimbing II


DODDY IRAWAN ST.MT
NIDN 11.2110.8001


Dosen Penguji I


EKO SARWONO ST.MT
NIDN .00.0909.7301

Dosen Penguji II


WASPODO ST.MT
NIDN 11.1406.7602

Mengetahui
Ketua Jurusan/Ketua Program Studi


WASPODO ST.MT
NIDN 11.1406.7602

Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:

(Alm) Ayahanda dan Ibunda tercinta

Istri yang tersayang dan tercinta

Abang dan Adik yang tersayang

dan

Sahabat-Sahabat bkp tersayang

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI, TESIS, ATAU DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, Desember 2018

Mahasiswa,

Evan Susanto

NIM. 141210148

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis mengucapkan kehadiran Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Analisa Perbandingan Bahan Bakar Batu Bara dengan Cangkang Sawit Terhadap Boiler CFB di PT Indonesia Chemical Alumina. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak. Sholawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada :

1. Bapak Helman Fachri SE, MM Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Bapak Fauzen ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, dan Bapak Waspodo ST, MT selaku Ketua Jurusan / Program Studi Teknik Mesin yang telah memberi bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.
3. Bapak Eko Sarwono ST, MT selaku Pembimbing Akademik yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan penulisan karya ini.
4. Bapak Gunarto ST, M.Eng selaku dosen Pembimbing I dan Bapak Doddy Irawan ST, M.Eng selaku dosen Pembimbing II dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan sangat membantu
5. Nama penguji I dan II, sebagai Penguji I dan II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perhatian, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.

5. Semua dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Kedua Orang tua penulis yang telah banyak memberikan doa dan motivasinya selama penulis menuntut ilmu.
7. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, Khususnya Program Studi Teknik Mesin.

Pontianak, 23 Desember 2018

Evan Susanto
NIM. 141210148

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar boiler di PT. ICA Tayan. Boiler adalah pesawat untuk memproduksi uap pada suatu jumlah tertentu pada setiapjamnya dengan suatu tekanan dan suhu yang telah ditentukan besarnya. Boiler atau ketel uap adalah suatu bejana/wadah yang di dalamnya berisi air atau fluida lain untuk dipanaskan. Proses pendidihan memerlukan energi panas yang diperoleh dari sumber panas misalnya dari pembakaran bahan bakar yang berupa padat, cair dan gas, bahan bakar utama yang digunakan batu bara dengan nilai kalori 5040 Kcal tipe (sub-bituminus) dan bahan bakar perbandingan adalah cangkang sawit (biomasa) nilai kalori 4760 Kcal. Nilai kalor tiap – tiap bahan bakar dihitung dengan mengetahui komposisi tiap-tiap bahan bakar dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada dari literatur, perhitungan konsumsi bahan bakar, volume ruang bakar, efisiensi dari tiap-tiap bahan bakar terhadap boiler dan efisiensi biaya dari tiap-tiap bahan bakar yang digunakan. Dari perhitungan tiap-tiap bahan bakar maka didapat hasil bahwa. Efisiensi bahan bakar menggunakan bahan bakar cangkang lebih banyak di bandingkan bahan bakar batu bara. Kemudian dari segi biaya bahan bakar cangkang lebih murah dengan menggunakan pemakaian yang banyak dari pada bahan bakar batu bara yang lebih mahal dengan pemakaian yang kecil

Kata Kunci : *Boiler, Pipa air, Efisiensi pembakaran, Nilai Kalori Bahan Bakar*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERUNTUKAN	iii
LEMBAR ORISINALITAS	iv
LEMBAR RINGKASAN	v
KATA PENGHANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Metodologi Penelitian	4
BAB II TEORI DASAR.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Teori Dasar	7
2.2.1 Siklus Rankine Pada PLTU	8
2.3 Bagian-Bagian Utama dan kelengkapan Pada Boiler	10
2.3.1 Bagian Utama Boiler.....	10
2.3.2 Peralatan Penunjang Boiler	11
2.4 Klasifikasi Boiler	12
2.4.1 <i>Fire Tube Boiler</i>	12
2.4.2 <i>Water Tube Boiler</i>	13
2.4.3 Paket Boiler	14

2.4.4	Boiler Pembakaran dengan <i>Fluidized Bed</i> (FBC)	16
2.4.5	<i>Atmospheric Fluidized Bed Combustion</i> (AFBC) Boiler	17
2.4.6	<i>Pressurized Fluidized Bed Combustion</i> (PFBC) Boiler	18
2.4.7	<i>Atmospheric Circulating Fluidized Bed Combustion Boilers</i> (CFBC)	18
2.4.8	<i>Stoker Fired Boilers</i>	19
2.4.9	<i>Spreader Stokers</i>	19
2.4.10	<i>Chain-grate atau traveling-grate stoker</i>	20
2.4.11	<i>Pulverized Fuel Boiler</i>	21
2.4.12	Boiler Limbah Panas	22
2.4.13	Pemanas Fluida Termis	23
2.5	Klasifikasi Batu Bara	24
2.6	Cangkang Sawit	27
2.7	Pengkajian Efisiensi Boiler	29
2.7.1	Evaluasi Kinerja Kerja	29
2.7.2	Neraca Panas Boiler	30
2.7.3	Efisiensi Boiler	31
2.7.3.1	Metode langsung dalam efisiensi boiler	31
2.7.3.2	Metode tidak langsung dalam efisiensi boiler	32
BAB III METODE PENELITIAN		37
3.1	Metodologi Pengumpulan Data	37
3.2	Bahan dan Alat	37
3.3	Waktu dan Tempat	38
3.4	Batasan Sistem	38
3.5	Parameter Pengukuran	39
3.6	Alur Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Spesifikasi Bahan dan Alat	43
4.2	Data Operasi	44
4.3	Perhitungan	46
4.3.2	Perhitungan bahan bakar batu bara	46
4.3.3	Perhitungan bahan bakar Cangkang	52

4.3.4	Perbandingan kebutuhan bahan bakar.....	59
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN.....		64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari steam yang digunakan untuk memutar turbin agar dapat membangkitkan energi listrik melalui generator. Steam yang diperoleh berasal dari perubahan fase air yang berada pada boiler akibat mendapatkan energi panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Secara garis besar sistem pembangkit tenaga uap terdiri dari beberapa peralatan utama diantaranya : Boiler, Turbin dan Generator.

Boiler adalah suatu bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuknya air panas atau steam. Steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas kesuatu proses. Sistem boiler terdiri dari air umpan , sistem steam dan sistem bahan bakar. Seperti halnya boiler Pembangkit di Pabrik Indonesia Chemical Alumina juga menggunakan air umpan yang berasal dari pengolahan air sungai kapuas. Dan bahan bakar yang digunakan ialah batu bara tipe subtituminus di karenakan bahan bakar ini terjangkau murah sehingga banyak pabrik atau industri yang menggunakannya.

Biomassa sebagai bahan bakar alternatif yang idealnya berasal dari energi yang bisa di perbarui salah satu nya limbah kelapa sawit. Pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler ialah media cangkang dari kelapa sawit itu sendiri. Limbah cangkang sawit mudah di temui apalagi khusus nya daerah Kalimantan yang mempunyai banyak Industri kelapa sawit. Limbah cangkang sawit memiliki harga lebih jauh murah dari pada batu bara dan banyak Pembangkit listrik menggunakan media bahan bakar ini. di karenakan juga dapat meningkatkan efisiensi thermis pada boiler.

Untuk itu adanya analisa perbandingan bahan bakar batu bara dengan cangkang sawit (biomassa) terhadap konsumsi bahan bakar pada boiler di PT. Indonesia Chemical Alumina.

Dari hasil analisa yang didapati nantinya diharapkan dapat dilakukan tindak lanjut yang berdampak baik untuk meningkatkan unjuk kerja boiler agar semua proses pengolahan dan produksi dapat berjalan dengan baik dan lancar.

1.2 Permasalahan

Adapun permasalahan yang didapat antara lain:

- a. Nilai kalori bahan bakar yang di gunakan

PT. Indonesia Chemical Alumina menggunakan batu bara berjenis sub-bituminus yang memiliki nilai kalori 5043 kkal/kg. Sedangkan dalam pelaksanaannya dilapangan terkadang batu bara yang dipergunakan tidak sesuai dengan ketentuan pabrik sehingga menimbulkan pembakaran yang kurang sempurna dan mengakibatkan terjadinya penurunan unjuk kerja boiler itu sendiri.

Dan pada bahan bakar cangkang sawit yang menjadi bahan perbandingan analisa pada penelitian ini mempunyai nilai kalori 4760 kkal/kg

- b. Pengoperasian yang tidak sesuai dengan standar

Terlalu cepat waktu untuk melaksanakan pengoperasian alat sehingga menyebabkan terjadinya pengoprasian secara paksa yang mengakibatkan terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang dapat menurunkan efisiensi pembakaran itu sendiri. Untuk itu diharapkan pengoperasian dapat dilakukan dengan waktu dan cara yang baik pula sesuai dengan standar operasi yang telah ditentukan oleh pabrik agar didapat pembakaran yang sempurna.

1.3 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan terhadap Boiler Jenis *Circulating Fluidized Bed* dengan kapasitas 75 Ton/jam. Dimana penurunan efisiensi yang terjadi mencapai 15%, dengan pemakaian bahan bakar batu bara. Untuk itu penulis mencari berapakah perbandingan pemakaian bahan bakar batu bara dan cangkang sawit dengan mengambil data-data serta tinjauan langsung dilapangan agar didapat data yang akurat sehingga mendapatkan perbedaan konsumsi bahan bakar yang di dapat pada boiler.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah antara lain:

Hanya menghitung Nilai Efisiensi dan konsumsi bahan bakar pada Boiler dengan jenis *circulating fluidized bed* yang berada di PT. Indonesia Chemical Alumina.

1.5 Tujuan

1.5.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dalam penelitian ini antar lain :

- a. Berapa besar nilai konsumsi pada pembakaran boiler menggunakan batu bara dengan cangkang sawit.
- b. Mengetahui karakteristik pembakaran terhadap bahan bakar batu bara dengan cangkang sawit.

1.5.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini antara lain:

- a. Sebagai syarat dalam menyelesaikan program pendidikan Starta I pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- b. Sebagai penerapan disiplin ilmu (teori dan praktek) maupun pengalaman selama dibangku kuliah dan praktek industri.
- c. Melatih penulis untuk menganalisa efisiensi agar memudahkan dalam pemecahan masalah yang ditemui di lapangan.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat bagi Program studi

Dapat memberikan wawasan dan manfaat dalam meningkatkan proses pembelajaran yang berkaitan dengan efisiensi boiler baik dari segi perhitungan maupun penanganan masalah

1.6.2 Manfaat bagi Mahasiswa

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam berfikir secara objektif dan ilmiah dalam menerapkan

disiplin ilmu yang telah diperoleh selama menempuh perkuliahan untuk dapat diterapkan dilapangan sebagai implementasi teori dan penunjang dalam dunia kerja.

1.7 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Metode literatur

Dalam hal ini penulis akan mengambil referensi dari berbagai sumber untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini yang berkaitan dengan Efisiensi pada Boiler baik jurnal, buku-buku dan dari internet

b. Metode observasi

Penelitian ini sekitar 40% adalah dilapangan maka untuk mensukseskan penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian langsung ke Pembangkit di PT.Indonesia Chemical Alumina untuk meninjau langsung jalannya penelitian agar didapat data yang akurat untuk mempermudah proses perhitungan konsumsi bahan bakar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Telah dilakukan perhitungan terhadap nilai HHV dan LHV pada nilai kalor bahan bakar batu bara, HHV 1463121,8 kJ/kg dan LHV 1348315,4 kJ/kg, dan nilai HHV pada bahan bakar cangkang 1360910,5 kJ/kg, LHV bahan bakar cangkang 1064774,5 kJ/kg.
2. Telah dilakukan perhitungan Efisiensi Boiler PT. Indonesia Chemical Alumina dengan metode *direct* (metode langsung) yaitu sebesar 83% dari data tanggal 27 februari 2017.
3. Telah didapatkan hasil perhitungan analisa yang menunjukkan bahwa kebutuhan kalor boiler PT. Indonesia Chemical Alumina dengan kapasitas normal 63-65 ton/jam adalah 50.192.920,48 kkal/jam, dan jumlah bahan bakar batu bara yang diperlukan adalah 9,95 ton/jam atau 7.170,4 ton/bulan, dan bahan bakar cangkang memerlukan 10,5 ton/jam atau 7.592,2 ton/bulan, lebih banyak di butuhkan dari pada bahan bakar batu bara, karena nilai kalori cangkang lebih rendah dari batubara.
4. Dalam analisa perbandingan pemakaian bahan bakar terhadap beban generator yang di hasilkan adalah ; untuk beban pada 10 MW bahan bakar batu bara yang di perlukan sebanyak 8,7 ton/jam dan bahan bakar cangkang memerlukan 9,2 ton/jam

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diambil dari hasil penelitian antara lain:

1. Untuk mendapatkan kualitas bahan bakar batu bara yang baik agar tidak terjadi hambatan saat pembakaran ada baiknya melakukan penyimpanan ditempat tertutup dan melakukan penjemuran dengan menghampar di lapangan terbuka apabila kondisi batu bara dalam keadaan basah serta pembersihan peralatan pada hopper coal site untuk mengoptimalkan fungsi kerja peralatan pada saat pendistribusian batu bara berlangsung.
2. Melakukan pengecekan dan penginjeksian bahan kimia dengan waktu dan dosis yang tepat dapat memperpanjang usia pemakaian pipa serta peralatan yang ada agar memudahkan pada saat perawatan dan meningkatkan hasil dan kualitas air yang lebih baik sesuai dengan standart air umpan boiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Agus Chandra. 2014. Skripsi “Analisa efisiensi pembakaran pada Boiler CFB kapasitas 75 ton/jam di PT. Indonesia Chemical Alumina”. Universitas Muhammadiyah Pontianak, Fakultas Teknik Mesin
- Boiler Indonesia. “Pemeliharaan Boiler”. 30 April 2018.
<https://boiler.co.id/pemeliharaan-boiler/>
- Djokosetyadjo, Ir. M. J (2006). “Ketel Uap”
- Grata Patisarana, Mulfi Hazwi. (2012). ” Optimalisasi efisiensi thermis boiler menggunakan serabut dan cangkang sawit sebagai bahan bakar ”
- Proses industri. “Fungsi Boiler Serta Komponen Utamanya”. 1 Mei 2018.
<https://www.prosesindustri.com/2015/01/pengertian-boiler-serta-komponen.html>
- Supandi, *Manajemen Perawatan Industri*, Ganeca Exact Bandung
- UNEP, “Boiler & Pemanas Fluida Thermis” United Nation Environment Program, 2008