

ANALISIS PENGARUH RASIO SERABUT DAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR PADA BOILER

YUDHA WIDAPUTRA

94217016



TESIS

**Untuk memperoleh gelar Magister dalam bidang Ilmu Teknik Kimia pada
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Dengan wibawa Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipertahankan pada tanggal 26 Agustus 2020 Di Universitas Muhammadiyah Palembang

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2020

**ANALISIS PENGARUH RASIO SERABUT DAN CANGKANG KELAPA
SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR PADA BOILER**

TESIS


NAMA : YUDHA WIDAPUTRA

NIM : 94217016

Disetujui untuk disampaikan kepada Panitia Penguji


Pada Tanggal : 26 Agustus 2020

Pembimbing 1




Dr. Ir. Elfidiah, M.T.

Pembimbing 2



Dian Kharismadewi, S.T., M.T., P.h.D.

**Mengetahui
Ketua Program Studi**



Dr. Ir. Elfidiah, M.T.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

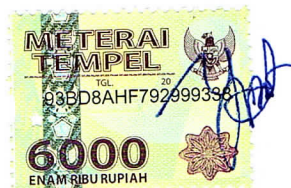
Saya yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Yudha Widaputra
NIM : 94217016
Program Studi : Magister Teknik Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister Teknik Kimia baik di Universitas Muhammadiyah Palembang maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Didalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, 27 Agustus 2020
Yang membuat pernyataan,



(Yudha Widaputra)

ANALYSIS OF THE EFFECT RATIO OF FIBER AND SHELL PALM OIL AS FUEL IN THE BOILER

Yudha Widaputra¹, Elfidiah^{2*}, Dian Kharismadewi³

^{1, 2, 3}Pasca Sarjana Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
^{*}gemaelfidiah@yahoo.com

ABSTRACT

The need for electrical energy is the main requirement for human life today, both from industry, offices, and the general public. Several companies in the South Sumatra region have taken several steps to meet these needs by preparing power plants that are the main source of electricity or only back up electricity supplied by PT. PLN for operational activities such as PT. Transpasipic Argo Industry, which is a company engaged in the processing of palm oil. The company is building a power plant that has a capacity of 1500 kVA / 1200 kW by using a boiler as a place to convert water from the liquid phase to the vapor phase. Palm kernel shells and fibers are an example of a solid fuel used in boilers. Therefore, the purpose of this study is to determine the ratio of the fuel fiber and shell fuel mixture in oil palm which is good for use in the boiler and to determine the value of exhaust gas emissions in the boiler. This analysis found that the best Low Heating Value was in the combination ratio, namely the combination of 70% oil palm fiber & 30% oil palm shell with a value of 36072.47322 Kcal / Kg. That is because the higher the LHV value of a fuel, the less the amount of fuel used and the best boiler efficiency value obtained is 80.11% and the test results of exhaust gas emissions in the boiler are good because they are still below environmental quality standards.

Keywords: Boiler, Oil palm fiber, Palm shell, Low Heating Valeu, Exhaust emissions

ANALISIS PENGARUH RASIO SERABUT DAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR PADA BOILER

Yudha Widaputra¹, Elfidiah^{2*}, Dian Kharismadewi³

^{1, 2, 3}Pasca Sarjana Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang

*gemaelfidiah@yahoo.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia saat ini baik dari kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum. Beberapa perusahaan di wilayah Sumatera Selatan telah melakukan beberapa langkah untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan menyiapkan Pembangkit Listrik yang bersifat sumber listrik utama maupun hanya membackup daya listrik yang disuplai PT. PLN untuk kegiatan operasional seperti pada PT. Transpasipic Argo Industry yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan minyak kelapa sawit. Perusahaan tersebut membangun PLTU yang memiliki kapasitas 1500 kVA / 1200 kW dengan menggunakan boiler sebagai tempat mengubah air dari fase cair ke fase uap. Cangkang dan serabut pada kelapa sawit adalah salah satu contoh bahan bakar padat yang digunakan pada Boiler. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit yang baik untuk digunakan pada boiler tersebut dan mengetahui nilai emisi gas buang pada boiler. Analisis ini menemukan bahwa nilai *Low Heating Value* terbaik pada rasio kombinasi yakni pada kombinasi 70% Serabut kelapa sawit & 30% Cangkang kelapa sawit dengan nilai 36072,47322 Kcal/Kg. Hal itu disebabkan karena semakin tinggi nilai LHV suatu bahan bakar semakin sedikit pula jumlah bahan bakar yang digunakan dan nilai efisiensi boiler terbaik yang didapat adalah 80,11 % dan hasil pengujian emisi gas buang pada boiler adalah baik karena masih dibawah batas baku mutu lingkungan.

Kata kunci: Boiler Serabut kelapa sawit, Cangkang kelapa sawit, *Low Heating Value*, Emisi gas buang.

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrahim

Alhamdulillah sebagai ungkapan rasa syukur atas rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga tesis dengan judul “**Analisis Pengaruh Rasio Serabut Dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pada Boiler**” dapat diselesaikan sesuai dengan target. Dalam penyelesaian tesis ini ada beberapa kendala dan kesulitan yang bersifat teknis serta kendala akademis yang ditemukan. Disadari bahwa tesis ini belum sempurna dan butuh perbaikan secara akademis terutama pada pendalaman observasi yang perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, dari pengorbanan dan jerih payah dalam penyelesaian tesis ini maka besar harapan agar tesis ini dapat bermanfaat bagi siapa saja, walaupun masih ada banyak kekurangan dan kelemahan yang ada pada tesis ini. Pada akhirnya dalam kesempatan ini disampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada berbagai pihak yang telah berperan dalam pemberian bantuan berupa arahan, bimbingan, dan dorongan semangat yang diberikan selama proses penyelesaian tesis ini. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. **Dr. Ir. Elfidiah, M.T.** sebagai Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang sekaligus dosen pembimbing yang telah berperan dalam pemberian ilmu pengetahuan melalui perkuliahan dan seminar, baik pemberian materi, metode, motivasi, inspirasi, dan kritikan yang menjadi pondasi ilmu pengetahuan dalam penyelesaian tesis ini.
2. **Dian Kharismadewi, S.T., M.T., P.hD.** sebagai dosen pembimbing yang menjadi inspirasi serta telah banyak berperan dalam pengorbanan waktu, tenaga, juga pikirannya dalam pengarahan, pembimbingan, dan pemberian dorongan semangat sampai tesis ini terwujud.
3. **Semua Dosen** Program Studi Magister Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih untuk ilmu, motivasi, inspirasi, kritikan, bimbingan, semangat yang luar biasa sehingga proposal tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.

4. **Kedua Orang Tua** yang bernama H. Herwiyanto dan Hj. Daliah yang setiap detik mendoakan dan mensupport dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. **Istri tersayang** yang bernama Dyanita Sari yang juga selalu mendoakan agar dapat menyelesaikan pendidikan Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. **Dan pihak-pihak lain** yang tidak bisa disebutkan semuanya karena keterbatasan halaman. Semoga peran serta semua pihak tersebut menjadi catatan amal baik di JannahNYA ALLAH SWT.

Penulis berdoa semoga amal kebaikan dari berbagai pihak tersebut diperoleh pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Serta semoga proposal tesis ini menjadi manfaat bagi siapa saja yang membacanya. Aamiin Yaa Robbal Alamiin.

Palembang, 27 Agustus 2020

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
 BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS	
A. Kajian Pustaka	
1. Pengertian Boiler	4
2. Prinsip Kerja Boiler	4
3. Klasifikasi Boiler	5
4. Komponen-Komponen Boiler	7
5. Bahan Bakar Boiler.....	8
6. Siklus Rankine	9
7. Metode Pengkajian Efisiensi Boiler	10
8. Nilai Kalor (Heating Value)	13
9. Pengukuran Emisi Gas Buang	14
B. Kerangka Pemikiran	15
C. Hipotesis	15

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	17
B. Alat dan Bahan Yang digunakan	17
C. Prosedur Penelitian	20
D. Bagan Penelitian	21

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Nilai Kalor Bahan Bakar	22
B. Perhitungan Efisiensi Boiler	26
C. Pengujian Emisi Boiler	27

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	28
B. Saran	29

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Berbahan Bakar Serabut Dan Cangkang.....	14
Tabel 2. Hasil Analisa Nilai Kalor Dari Serabut Kelapa Sawit 100%.....	23
Tabel 3. Hasil Analisa Nilai Kalor Dari Cangkang Kelapa Sawit 100%.....	23
Tabel 4. Hasil Analisa Nilai Kalor Dari 90% Serabut Kelapa Sawit & 10% Cangkang Kelapa Sawit (Campuran A).....	23
Tabel 5. Hasil Analisa Nilai Kalor Dari 80% Serabut Kelapa Sawit & 20% Cangkang Kelapa Sawit (Campuran B).....	23
Tabel 6. Hasil Analisa Nilai Kalor Dari 70% Serabut Kelapa Sawit & 30% Cangkang Kelapa Sawit (Campuran C).....	23
Tabel 7. Hasil Analisa Nilai Kalor Dari 60% Serabut Kelapa Sawit & 40% Cangkang Kelapa Sawit (Campuran D).....	24
Tabel 8. Konversi Satuan <i>Low Heating Value</i>	24
Tabel 9. Hasil Uji Emisi pada Boiler.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ketel Uap Pipa Api.....	4
Gambar 2. Ketel Uap Pipa Air.....	4
Gambar 3. Bagian-bagian Boiler.....	7
Gambar 4. Serabut & Cangkang Kelapa Sawit Yang Telah Dihaluskan.....	9
Gambar 5. Bagan Alir Siklus Rankine Sederhana.....	10
Gambar 6. Diagram T-S Siklus Rankine Sederhana.....	10
Gambar 7. Bagan Alir Kerangka Pemikiran.....	15
Gambar 8. Boom Kalorimeter.....	17
Gambar 9. Gas Emmisisin Analyser.....	18
Gambar 10. Opacity Meter.....	18
Gambar 11. Spektrofotometer UV VIS.....	19
Gambar 12. Particular Matter.....	19
Gambar 13. Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 14. Grafik Perbandingan Nilai LHV Rasio Serabut & Cangkang.....	25
Gambar 15. Software <i>Chemicallogic Steamtab Companion</i>	26

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia saat ini baik dari kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum. Beberapa perusahaan di wilayah Sumatera Selatan telah melakukan beberapa langkah untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan menyiapkan Pembangkit Listrik yang bersifat sumber listrik utama maupun hanya membackup daya listrik yang disuplai PT. PLN untuk kegiatan operasional seperti pada PT. Transpasific Argo Industry Membangun PLTU yang memiliki kapasitas 1500 kVA / 1200 kW.

PT. Transpasific Agro Industry merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan minyak kelapa sawit. Pabrik minyak kelapa sawit ini memiliki kapasitas terpasang 40 ton TBS (Tandan Buah Segar)/jam atau 600 Ton Perhari. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tersebut digunakan sebagai sumber energy listrik utama. Instalasi tersebut dibangun di lokasi pabrik yang terletak di Desa Upang Jaya, Kecamatan. Muara Telang, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.

Cangkang dan serabut pada kelapa sawit adalah salah satu contoh bahan bakar padat yang digunakan pada Boiler. Bahan bakar ini merupakan keluaran ataupun *output* yang dihasilkan dari pengolahan pabrik kelapa sawit. Serabut adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti rambut, serabut ini terdapat dibagian kedua dari buah kelapa sawit setelah kulit buah kelapa sawit. Sedangkan cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut.

PT. Transpasific Agro Industry selaku perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan kelapa sawit juga menggunakan limbah kelapa sawit untuk dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar boiler, namun perusahaan

tersebut belum ada analisa mengenai rasio campuran antara serabut kelapa sawit dan cangkang kelapa sawit untuk mendapatkan komposisi yang tepat. Pada analisis sebelumnya (Rizky,2016) hanya membahas perbandingan rasio campuran serabut dan cangkang kelapa sawit yakni 90%:10% dan 80%:20%. Agar penelitian lebih akurat, maka penulis menambahkan rasio analisi sebesar 70%:30% dan 60%:40%. Disamping itu juga penulis menambahkan analisis mengenai emisi gas buang pada boiler sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor. P.15/MENLHK/SETJEN/ KUM.1/4/2019 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal.

Berdasarkan dari uraian singkat tersebut, saya selaku penulis tertarik untuk mengangkat judul tesis saya tentang “Analisis Pengaruh Rasio Serabut Dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pada Boiler”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, permasalahan yang akan dihadapi pada *boiler* pipa air yang menggunakan bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit antara lain :

1. Berapakah rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit yang baik untuk digunakan pada boiler ?
2. Berapakah nilai efisiensi boiler yang didapatkan dari rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit tersebut ?
3. Berapakah nilai emisi gas buang pada boiler menggunakan dengan masih rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit tersebut ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit yang baik untuk digunakan pada boiler.
2. Mengetahui nilai efisiensi boiler yang didapatkan dari rasio

campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit tersebut.

3. Mengetahui nilai emisi gas buang pada boiler menggunakan dengan masih rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit tersebut.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Mendapatkan nilai rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit yang baik untuk digunakan pada boiler.
2. Mendapatkan nilai efisiensi boiler yang didapatkan dari rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit tersebut.
3. Mendapatkan nilai emisi gas buang pada boiler menggunakan dengan masih rasio campuran bahan bakar serabut dan cangkang pada kelapa sawit tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvian, dkk. 2019. Studi Pemanfaatan Biomassa Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Untuk Pembangkit Energi Listrik. Jurnal Online Teknik Mesin Universitas Tanjungpura, Pontianak. (Diakses 22 Februari 2020, 13:53 WIB)
- Archie. 1996. Prinsip-prinsip konversi energy. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Astu Pudjanarsa dan Djati Nursuhud. 2006. Mesin Konversi Energi. Yogyakarta : ANDI
- Batubara, Pesulima. 2014. Analisa Efisiensi Water Tube Boiler Berbahan bakar Fiber Dan Cangkang Di Palm Oil Mill Dengan Kapasitas 45 Ton Tbs/Jam. Medan : Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Budiarto, R. 2009. Potensi Limbah Pabrik Kelapa Sawit. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Cengel, Yunus. 1998. Termodinamika Edisi Ke-3. McGraw-Hill Inc.
- Didik. 2005. Pemanfaatan Produk Samping Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbaru. Jakarta : Badan Litbang Pertanian
- Djokosetyardjo. 2006. Ketel Uap Edisi Ke-6. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Djokosetyardjo. 2003. Ketel Uap Edisi Ke-5. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Djokosetyardjo. 1993. Ketel Uap Edisi Ke-1. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Imam. 2000. Cara perawatan & pengoperasian ketel uap/boiler, Jakarta : Erlangga
- Intan. Alifiyah. 2008. Analisis Efisiensi Sistem Pembakaran Pada Boiler Di Pltu Unit Iii Pt.Pjb Up Gresik Dengan Metode Statistical Process Control (Spc)” Jurusan Online Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. (Diakses 20 Februari 2020, 14:41 WIB)
- Jasifi. 1992. Instalasi Pembangkit Daya. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Khurmi, RS. 1994, Steam Tables with Moller Diagram. New Delhu : Ram Nagar
- Mangoensoekarjo, S. 2005. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada
- Michael. 2004. Termodinamika Teknik Edisi ke-4. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Napitupulu, Farel H. 2006. Nilai Kalor (Heating Value) Suatu Bahan Bakar Terhadap Perencanaan Volume Volume Ruang Bakar Ketel Uap Berdasarkan Metode Penentuan Nilai Kalor Bahan Bakar Yang Dipergunakan. Bandung : Institut Teknologi Bandung

- Nazaruddin. 2017. Optimasi Bahan Bakar Untuk Mengetahui Kinerja Boiler. Jurnal online Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, 5(2) : 1-7. (Diakses 20 Februari 2020, 15:15 WIB)
- Parinduri, Luthfi. 2016. Anilisa Pemanfaatan Biomasa Pabrik Kelapa Sawit. Jurnal teknologi listrik Vol.1 No.2
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. 2019. Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal No. P.15/MEMLHK/KUM.1/4/2019. Jakarta.
- Rizky FN. 2016. Analisa Pengaruh Kalor Bahan Bakar Fiber & Cangkang Terhadap Efisiensi Boiler Pipa Air. ISSN 2087-3822. Jurnal Online Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung, (6) : 27-30. (Diakses 20 Februari 2020, 15:45 WIB)
- Seno. 2008. Diklat Optimasi Kelapa Sawit. Pontianak : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Sunarwan, Bambang. 2013. Pemanfaatan Limbah Sawit Untuk Bahan Bakar Baru dan Terbarukan. Jurnal Online Vol 7, No. 2, ISSN: 907-4964, hal 1-14. (Diakses 20 Februari 2020, 13:51 WIB)
- Tambunan. 1994. Ketel Uap. Jakarta : Karya Agung
- Yolanda P, dkk. 2017. Analisa Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung. ISSN 2337-8204. Jurnal Online Fakultas MIPA Universitas Tanjung Pura, (1) : 09-12. (Diakses 22 Februari 2020, 13:25 WIB)
- Yunus, Ashari. 2010. Ketel Uap (Steam Boiler). Jakarta : Teknik Mesin UDP