ANALISA EFISIENSI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TANKOS) SEBAGAI BAHAN BAKAR BOILER DI PLTU PT. ALAS KUSUMA

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

JUANDA
NIM.141210027

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2018/2019

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EFISIENSI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TANKOS) SEBAGAI BAHAN BAKAR BOILER DI PLTU PT.ALAS KUSUMA

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik

JUANDA

NIM 141210027

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Fuazen, ST., MT NIDN. 11.2208.7301	Gunarto,ST.,M.Eng NIDN. 00.0909.7301
Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Dr. Doddy Irawan, ST.,M.Eng NIDN. 11.2110.80001	Waspodo, ST.,MT NIDN. 11.1406.7602

Mengetahui
Ketua Jurusan/Ketua Program Studi

Waspodo, ST.,MT
NIDN. 11.1406.7602

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis mengucapkan kehadirat Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Analisa Efisiensi Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tankos) Sebagai Bahan Bakar Boiler di PLTU PT.Alas Kusuma.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 yaumil akhir nanti Amin.

Penelitian ini diangkat sebagai upaya untuk menganalisa efisiensi bahan bakar tandan kosong kelapa sawit di Bidang Pilihan Teknologi Bahan.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. Kedua orang tua saya (Ayah dan Ibu) dan seluruh keluarga saya yang mendoakan keberhasilan saya.
2. Bapak Helman Fachri SE.,MM.Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Fuazen,.ST.,MT.Dekan Fakultas Teknik,Waspodo,ST.,MT.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.
4. Bapak Fuazen,ST,.MT Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan sangat membantu penulisan karya ini.
5. Bapak Doddy Irawan Phd sebagai Penguji I dan Bapak Waspodo,ST,MT sebagai penguji II yang telah memberi masukan yang sangat berharga

berupa saran,ralat,perhatian,pertanyaan,komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.

6. Semua dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga
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,27 September 2019

Juanda

Nim .141210027

Pontianak 24 april 2019

Penulis

Juanda

(141210027)

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN i

LEMBAR PERUNTUKAN ii

LEMBAR ORISINI iii

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI iv

LEMBAR RINGKASAN v

LEMBAR SUMMARY vi

KATA PENGANTAR vii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

DAFTAR SIMBOL xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 3

1.4 Tujuan Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.6 Metodelogi Penelitian 4

1.7 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI 6

2.1 Tinjauan Pustaka 6

2.2 Prinsip Kerja PLTU 7

2.3 Komponen-Komponen PLTU 9

2.4 Boiler 13

2.5 Efisiensi Boiler 20

2.6 Turbin Uap 21

2.7 Generator 28

2.8 Sistem Penunjang PLTU 29

2.9 Bahan Bakar Biomassa 30
2.10 Kelapa Sawit 32
2.11 Proses Masuknya Tankos Ke Dapur Boiler 36
2.12 Hal-Hal Yang Harus Di Perhatikan Dalam Pembakaran 37
2.13 Efisiensi Boiler *Direct Method* 38

BAB III METODE PENELITIAN 43

3.6 Metodologi Pengumpulan Data 43
3.2 Tempat Pelaksanaan 43
3.3 Jangka Waktu Penelitian 43
3.4 Bahan Dan Peralatan 44
3.5 Variabel Yang Di Amati 44
3.6 Alat Ukur Pada PLTU 44
3.1 Metode Penelitian 46
3.8 Tabel Dan Analisa Data 47
3.9 Diagram Alur Penelitian 48

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA 55

4.1 Kajian Bahan Bakar Tankos Pada Kondisi Berat Basah & Berat Kering 55
4.2 Standar Kualitas Air Umpan Boiler 56
4.3 Spesifikasi Alat Dan Bahan 58
4.4 Hipotesis 59
4.5 Data Operasional Boiler 64
4.1 Perhitungan 73
4.6.1 Perhitungan Efisiensi *Boiler Direct Method Manual Book* 73
4.6.2 Perhitungan Efisiensi *Boiler Indirect Method* 1 Waktu 76
4.6.3 Konsumsi Bahan Bakar 80
4.6.4 Perhitungan Efisiensi *Boiler Direct Method* Selama 3 Bulan 85
4.6.5 Perhitungan Daya Netto Generator 91
4.6.6 Perhitungan Kwh Produksi Turbo Generator 96
4.7 Grafik Perbandingan Antara Konsumsi BBM Dengan Efisiensi 103
4.8 Grafik PErbandingan Antara Konsumsi BBM Daya 107

BAB V PENUTUP.....110

5.1 Kesimpulan.....110

5.2 Saran.....111

DAFTAR PUSTAKA.....112

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT.Alas Kusuma bergerak di bidang pengolahan kayu terpadu.Jenis kayu yang di hasilkan perusahaan seperti *plywood* dan *moulding.*Dalam produksi pengolahan kayu,perusahaan PT.Alas Kusuma membutuhkan energi listrik,sejak pertama berdiri pada tahun 1983.PT.Alas Kusuma menggunakan mesin diesel berkapasitas 8 MW sebanyak 8 unit berbahan bakar *High Speed Diesel (HSD).*Dengan semakin mahalnya bahan bakar minyak di Indonesia,pada tahun 2006 PT.Alas Kusuma menemukan inovasi untuk pembangkit listrik tenaga diesel PLTD menjadi PLTU Biomassa yang berbahan bakar kayu dari limbah produksi pabrik dengan nilai kalor sebesar 2059 Kkal/kg dan batu bara kualitas rendah dengan nilai kalor 3518 Kkal/kg.

Distribusi daya yang di hasilkan oleh PLTU biomassa ini di salurkan sebanyak 80 % kebutuhan pabrik dan 20 % interkoneksi dengan jaringan PLN.Keuntungan dari pemanfaatan limbah biomassa yang di hasilkan dari proses produksi pabrik,yaitu limbah tersebut bisa dimusnahkan dan di sisi lain pengolahan ini menghasilkan energi listrik.Penggunaan biomassa untuk mendukung pembangunan industri yang berkelanjutan sangat penting untuk terus digalakkan.Hal ini juga di picu oleh semakin mahalnya harga bahan bakar berbasis fosil serta isu kelestarian lingkungan.Biomassa adalah bahan organik yang merupakan hasil kegiatan fotosintesis baik berupa produk maupun buangannya.Biomassa dan limbahnya dapat digunakan sebagai salah satu sumber energi alternatif.

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang berbahan bakar tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi pilihan untuk dikembangkan di wilayah Kalimantan Barat.Pengembangan PLTU skala kecil ini memiliki prospek bagus terutama untuk daerah terpencil yang dikategorikan sebagai isolated area dengan memanfaatkan potensi bahan bakar yang ada di daerah setempat,seperti limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat di hasilkan jumlahnya dalam cukup besar yaitu sekitar 126.317,54 ton/tahun (Mandiri,2012).

Limbah padat di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) terdiri dari tandan kosong (*empty fruit bunch*/EFB atau TKS) cangkang (*shell*) dan serabut (*fibre*).Pemanfaatan limbah padat, cangkang dan serabut sebagai bahan bakar sudah dilakukan pada ketel uap (*boiler*) di PKS untuk menghasilkan uap air/*steam* untuk kebutuhan proses pabrik,dan membangkitkan listrik untuk kebutuhan pabrik maupun perumahan pegawai di sekitar PKS.Karakteristik tandan kosong berbeda dengan cangkang dan serabut,hal ini menyebabkan tandan kosong tidak dapat digunakan sebagai sumber energi secara langsung dengan menggunakan fasilitas yang sama dengan cangkang dan serabut. Tandan kosong diketahui mengandung *moisture*/kandungan air yang sangat tinggi sekitar 50%-60%, dan mengandung potasium (K) yang mencapai 2,4% selain itu juga diketahui mengandung klorin (Cl). Efek korosi akan meningkat dengan meningkatnya kandungan Cl,dan unsur potasium dapat berperan dalam pembentukan deposit pada *superheater* yang dapat mengganggu proses pemindahan panas di tungku bakar.

Karakteristik yang berbeda dari TKS (Tandan Kosong) menyebabkan di butuhkannya teknologi yang khusus dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar. Pada prinsipnya untuk meningkatkan efisiensi pembakaran,kandungan air TKS harus dikurangi sampai sekitar 40% dan efek dari unsur-unsur alkali harus diatasi.Maka perlu adanya perlakuan khusus pada tandan kosong kelapa sawit yang akan di gunakan sebagai bahan bakar pada boiler,untuk menghasilkan nilai kalori yang tinggi,sehingga boiler menghasilkan efisiensi yang cukup tinggi dan penggunaan bahan bakar lebih hemat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang,rumusan masalah dalam penulisan proposal tugas akhir ialah,bagaimana pengaruh kondisi abnormal bahan bakar dari nilai kalori dan *moisture* bahan bakar tandan kosong kelapa sawit pada kinerja boiler sehingga dapat mempengaruhi nilai aktual efisiensi boiler,yang pada sebelum nya pltu PT.Alas Kusuma menggunakan bahan bakar 60 % batu bara dan 40 % limbah kayu,dengan desain efisiensi boiler 81 % di ubah menjadi 80 % tandan kosong kelapa sawit?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah antara lain:

1. Menghitung nilai efisiensi boiler dengan menggunakan bahan bakar tandan kosong kelapa sawit dengan metode *direct method* dalam 1 waktu dan selama 3 bulan
2. Menghitung nilai efisiensi boiler dengan menggunakan bahan bakar tandan kosong kelapa sawit dengan metode *indirect method heat loss* dalam satu waktu.
3. Menghitung daya brutto dan daya netto generator selama 3 bulan.
4. Menghitung prakiraan biaya (*cash flow*) bahan bakar yang di gunakan selama 3 bulan
5. Menghitung daya dalam satuan (Kwh) yang di hasilkan pembangkit selama 3 bulan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan proposal Tugas Akhir adalah:

1.4.1 Tujuan umum

Adapun tujuan umum dalam penelitian ini antara lain:

1. Berapa nilai efisiensi bahan bakar biomassa tandan kosong kelapa sawit terhadap efisiensi pada boiler.
2. Memberikan gambaran/estimasi perihal tingkat kelayakan teknis,nilai ekonomi dan finansial untuk pembangunan pembangkit listrik tandan kosong sawit,atau disebut Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Sawit.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini antara lain:

1. Sebagai syarat dalam menyelesaikan program pendidikan starta I pada Jurusan Teknik Mesi Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Sebagai penerapan disipilin ilmu (teori dan praktek) maupun pengalaman selama dibangku kuliah dan praktek indsutri
3. Melatih penulis untuk menganalisa efisiensi agar memudahkan dalam pemecahan masalah yang di temui di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang di dapat adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi program studi

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

2. Manfaat bagi Mahasiswa

   Dengan penelitian ini,diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam berfikir secara objektif dan ilmiah dalam menerapkan disiplin ilmu yang telah di peroleh selama menempuh perkuliahan untuk dapat di terapkan di lapangan sebagai implementasi teori dan penunjang dalam dunia kerja

1.6 Metodelogi Penelitian

Metodelogi penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini adalah

1. Metode literatur

   Dalam hal ini penulis akan mengambil referensi dari berbagai sumber untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini yang berkaitan dengan efisiensi pembakaran bahan bakar pada boiler baik dari jurnal,buku-buku dan dari internet.

2. Metode observasi

   Penelitian ini di lakukan terjun langsung di lapangan maka untuk mensukseskan penelitian ini langsung ke pembangkit PT.Alas Kusuma untuk meninjau langsung jalanya penelitian agar didapat data yang akurat untuk mempermudah proses perhitungan efisiensi.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran tentang permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini maka dibuat sistematika sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah,rumusan masalah,batasan masalah,tujuan penelitian,manfaat penelitian,metode penulisan,dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Pada bab ini berisi tentang tinjauan pustaka yang berkaitan dengan teori tentang pembangkit listrik tenaga uap,serta perhitungan dari efisiensi bahan bakar

BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi waktu dan tempat pelaksanaan, alur penelitian.

BAB IV Perhitungan dan Analisa

Pada bab ini berisi langkah-langkah perhitungan, analisa data hasil perhitungan, dan proses pembuatan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan hasil tugas akhir dan saran untuk kekurangan dari tugas akhir.

.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa data di dapatkan nilai kalori dalam kondisi abnormal tandan kosong kelapa sawit sebesar 4694 Kcal/kg setelah di lakukan perhitungan efisiensi boiler secara *direct Method* (secara langsung) di dapat kan efisiensi boiler sebesar 70,83 %,dengan konsumsi bahan bakar sebanyak 8 ton,steam yang di hasilkan sebesar 38 t/h,dan daya yang di hasilkan sebesar 6,7 Mw.maka,semakin tinggi nilai kalori pada bahan bakar tandan kosong kelapa sawit maka,semakin tinggi pula efisiensi boiler yang di hasilkan,dan semakin besar juga daya listrik yang di hasilkan,oleh karena itu pada tandan kosong kelapa sawit yang harus di perhatikan ialah pada *moisture content* dan pada nilai kalori,tentunya harus ada perlakuan pada tandan kosong kelapa sawit agar bisa menghasilkan nilai kalori yang tinggi untuk sebagai bahan di boiler dan menghasilkan efisiensi boiler yang cukup optimal.

Keuntungan menggunakan bahan bakar tandan kosong kelapa sawit ialah ketersediaan tandan kosong lebih banyak dan mudah di dapatkan di pabrik-pabrik kelapa sawit dan secara ekonomis harga tandan kosong kelapa sawit jauh lebih murah di bandingkan dengan harga batu bara.

Kerugian menggunakan bahan bakar tandan kosong kelapa sawit ialah terdapat pada pipa-pia boiler yaitu sering terjadinya penyumbatan pada pipa economizer,superheater yang menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna pada bahan bakar karena pada bahan bakar masih memiliki nilai kalori yang belum optimal.

5.2 Saran

Untuk menghasilkan nilai kalori yang tinggi pada bahan bakar tandan kosong kelapa sawit perlu di lakukan nya *treatment*/perlakuan khusus pada tandan kosong kelapa sawit,yaitu dengan di press menggunakan mesin *screw press*,bertujuan untuk mengurangi kadar *moisture content* pada tandan kosong kelapa sawit,setelah itu tandan kosong kelapa sawit di cacah menjadi potongan-potongan kecil,agar pada saat tandan kosong kelapa sawit masuk di dalam dapur pembakaran boiler (furnace) tandan kosong kelapa sawit lebih cepat terbakar,dan perlu adanya sistem pengeringan kembali atau *dryer*,agar menghasilkan kandungan *moisture content* yang rendah dan nilai kalori yang tinggi pada tandan kosong kelapa sawit yang akan di jadikan sebagai bahan bakar di boiler.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Wijono*,"PLTU Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit Studi Kelayakan dan dampak Lingkungan"* Balai rekayasa desain dan sistem teknologi.

A.B Nasrin and et al,"*Oil Palm Biomass As Potentia Subtitution Raw Materials For Comercial Biomass Briquettes Production"*American journal Of Applied Science 583): 179-183,2008

Budiarto,R.&Agung,A.,2008"*potensi energy limbah pabrik kelapa sawit".*Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada,Yogyakarta

Diputra, Irvandi Pemana Arga"*Studi Karakteristik Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Fluidized Bed Combuster Universitas Indonesia" Skripsi.* Universitas Indonesia. (2010)

Dahlan,Harahap,2009,"*Energi Listrik Dari Bahan Bakar Tandan Kosong Sawit (Tankos)*"<http://koran.republika.co.id/berita/36123/Energi Listrik Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Hendaryati,Heni,"*Analisis Efisiensi Termal Pada Ketel Uap di Pabrik Gula Kebonagung Malang, Jurnal Tenik Mesin",* Vol 8 No 1, 2012.

Kamal,Netty,:*Karakteristik dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit"*Pengajar Teknik Kimia, ITENAS Bandung, Hal: 61-68.

M.Faisal,Mahidin dan Muhammad Nizar *Maksi* 2010"*Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber energi"Jurusan Teknik Kimia,Banda Aceh*

Reka Elkomika,Sihombing,Haryanto,Saodah,Jurnal Reka Elkomika No.22337-439X April 2014 Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*"Analisis Perhitungan Ekonomi Pada Pembangkit Litrik di Pabrik Kelapa Sawit"*