

**ANALISA PENGARUH PERBEDAAN KALORI BATU BARA
TERHADAP KINERJA BOILER PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA UAP P.T INDONESIA CHEMICAL
ALUMINA**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI



Disusun oleh :

DUWI CAHYONO

NIM : 151210366

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Analisa Pengaruh Perbedaan Kalori Batubara Terhadap Kinerja Boiler Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap P.T Indonesia Chemical Aluminaini** dapat diselesaikan sesuai dengan yang penulis harapkan.

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ;

1. Kedua Orang tua dan istri penulis yang telah banyak memberikan doa dan motivasinya selama penulis menuntut ilmu.
2. Bapak Dr. Helman Fachri, SE., MM. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak;
3. Bapak I Made Mastana, selaku Direktur PT. Indonesia Chemical Alumina yang telah menerima penulis sebagai peserta KKP;
4. Bapak Fuazen ST,MT; selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas;
5. Bapak Waspodo ST,MT; Ketua Jurusan / Program Studi Teknik Mesin yng telah mengarahkan penulis;

Penulis juga menyadari bahwa di dalam penulisan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapakan kritik dan saran yang bersifat membangun, sehingga laporan penulis selanjutnya dapat menjadi lebih baik.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca umumnya dan bagi penulis pada khususnya

Pontianak, 3 Agustus 2019

Duwi cahyono

NIM.151210

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2.Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	6
2.3.Siklus rankine	8
2.4.Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT. ICA	10
2.5.Batubara	11
2.6. Boiler	15
2.7. Klasifikasi Boiler	17
2.9. <i>Circulating Fluidized Bed (CFB)</i>	20
2.10. Prinsip Kerja <i>Circulating Fluidized Bed</i>	22
2.11. ASME PTC 4.1 Metode Langsung Dalam Menentukan Efisiensi Boiler	24
2.12. ASME PTC 4.1 Metode Tidak Langsung Dalam Menentukan Efisiensi Boiler	24
BAB III	28
METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1. Waktu dan tempat penelitian	28
3.2. Alat Dan Bahan	28
3.3.Variabel Yang Di Amati	28
3.4. Metode Penelitian	29
3.5. Data Penelitian	29
3.6. Analisis Data	33
3.6.2. Perhitungan efisiensi boiler langsung	34
<i>efisiensi boiler $\eta = \text{panas keluar} / \text{panas masuk} \times 100\%$</i>	34

3.7. Diagram Alur Penelitian	36
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Spesifikasi Bahan dan Alat	37
4.1.1 Spesifikasi Boiler	37
4.1.2 Parameter batu bara	37
4.1.3 Data Test Performa Boiler.....	39
4.2. Perhitungan	44
4.2.1. Perhitungan efisiensi <i>boiler</i> tes performa metode langsung	44
4.2.1.1.Perhitungan efisiensi boiler metode langsung dengan menggunakan batu bara kalori 5162 Kkal	44
4.2.1.2.Perhitungan efisiensi boiler secara langsung dengan menggunakan kalori batubara 5220 Kkal/kg	46
4.2.1.3.Perhitungan efisiensi boiler secara langsung dengan menggunakan kalori batubara 5410 Kkal/kg.	48
4.2.2.Perhitungan efisiensi boiler menggunakan parameter standart batubara PT. Indonesia Chemical Alumina dalam perhitungan menggunakan metode tak langsung.....	50
4.2.2.1.Perhitungan efisiensi boiler menggunakan parameter standart batubara PT. Indonesia Chemical Alumina dalam perhitungan menggunakan metode tak langsung pada kalori batu bara 5162 kkal/kg	54
4.2.2.2.Perhitungan efisiensi boiler menggunakan parameter standart batubara PT. Indonesia Chemical Alumina dalam perhitungan menggunakan metode tak langsung pada kalori batu bara 5220 kkal/kg	58
4.2.2.3.Perhitungan efisiensi boiler menggunakan parameter standart batubara PT. Indonesia Chemical Alumina dalam perhitungan metode tak langsung pada kalori batu bara 5410 kkal/kg	62
BAB V PENUTUP.....	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
DAFTAR GAMBAR	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spefikasi Boiler.....	26
Tabel 3.2	Tabel Parameter <i>Running Boiler</i>	27
Tabel 3.3	Tabel Standart Batu Bara PT Indonesia Chemical Alumina	27
Tabel 3.4	Tabel Paramater Batu Bara Supplayer PT Mitra Mandiri Indoenergi.....	28
Tabel 3.5	Tabel Paramater Batu Bara Suplayer PT Indonesia Coal Resources.....	28
Tabel 3.6	Tabel Paramater Batu Bara Suplayer PT Energi Utama Alam Mulia	28
Tabel 4.6	Tabel test performa <i>boiler</i> dengan menggunakan kalori batubara Kkal/kg 5162.....	35
Tabel 4.7	Tabel test performa <i>boiler</i> dengan menggunakan kalori batubara Kkal/kg 5220	35
Tabel 4.8	Tabel test performa <i>boiler</i> dengan menggunakan kalori batubara Kkal/kg	35
Tabel 4.9	Tabel Data operasional <i>boiler</i> bulan Januari dengan kalori batubara 5162 kkal/kg.....	36
Tabel 4.10	Tabel Data operasional <i>boiler</i> bulan Februari Dengan kalori batubara 5220 Kkal/kg	37
Tabel 4.11	Tabel Data operasional <i>boiler</i> bulan Maret dengan kalori batubara 5410 Kkal/kg.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PLTU adalah jenis pembangkit listrik tenaga *termal* yang banyak digunakan, karena efisiensinya tinggi sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. PLTU merupakan mesin konversi energi yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi listrik Alief rakhman 2013. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit yang dapat dibangun dengan kapasitas yang bervariasi, dan dapat dioperasikan dengan berbagai operasi pembebanan, dan kontinuitas operasi dan usia pakai yang relatif lama. PLTU batubara memiliki lima komponen utama yaitu *boiler*, turbin uap, pompa, kondensor, dan generator. Komponen tersebut bekerja secara berkaitan untuk menghasilkan energi listrik. *Boiler* merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai penghasil uap yang digunakan untuk memutar turbin. *Boiler* menghasilkan uap dengan cara membakar batubara pada suatu ruang bakar (*furnace*) yang disekitar ruang bakar tersebut terdapat pipa-pipa air atau uap.

Boiler atau ketel uap adalah suatu bejana/wadah yang di dalamnya berisi air atau fluida lain untuk dipanaskan. Energi panas dari fluida tersebut selanjutnya digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti untuk turbin uap, pemanas ruangan, mesin uap, dan lain sebagainya. Secara proses konversi energi, *boiler* memiliki fungsi untuk mengkonversi energi kimia yang tersimpan di dalam bahan bakar menjadi energi panas yang tertransfer ke fluida kerja Supriyanto 2015. *Boiler* merupakan bejana tekan dimana menggunakan batubara sebagai bahan bakar dengan temperatur ruang bakar antara 800°C - 950°C yang mana panas dari hasil pembakaran tersebut dialirkan ke air pada *waterwall* sebagai pipa aliran air sehingga terbentuk air uap atau *steam*, dari proses tersebut *steam* yang dihasilkan masih memiliki *temperatur* ±230°C dengan kondisi tersebut, uap masih tergolong dalam uap basah, air yang belum berubah fase uap di kembalikan lagi melalui pipa *down comer* menuju ke *waterwall* untuk di panaskan, uap basah dari hasil *separator* (pemisah air dan uap) *steam drum* akan ditransfusikan menuju ke *low superheater* dan *high superheater*, yaitu merupakan proses untuk menaikkan temperatur dan

tekanan pada *steam*, sehingga *steam* basah berubah fase ke *steam superheat* (uap kering) untuk menggerakkan turbin generator.

Pada PLTU di P.T Indonesia Chemical Alumina menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Jenis batu bara yang digunakan adalah jenis *subbituminous* batubara golongan 3. Batu bara sebagai bahan bakar pada *boiler* memiliki parameter yang sesuai dengan desain boiler agar pembakaran menjadi optimal. Dari parameter batubara antara lain *Gross Calorific value* (GCV) atau kalori batubara, *moisture content*, *carbon ash content*, *total sulphur*, dan lain-lain. Kinerja *boiler* dapat berpengaruh ketika kondisi dari spesifikasi batubara tidak sesuai dengan parameter standar. Kalori batubara yang tidak sesuai dengan ketentuan standar pembakaran bahan bakar pada *boiler* akan berpengaruh terhadap efektifitas pada PLTU di P.T ICA. PLTU P.T Indonesia Chemical Alumina 2013.

Berdasarkan penjelasan diatas, penulis akan menganalisa dan melakukan pengamatan serta ingin mengetahui lebih banyak tentang hal yang menyangkut kinerja *boiler* dengan menggunakan beberapa jenis kalor batubara. Adapun pembahasan skripsi, penulis akan mengangkat judul sebagai berikut: Analisa pengaruh perbedaan kalori batubara terhadap kinerja *boiler* pada pembangkit listrik tenaga uap P.T Indonesia Chemical Alumina Tayan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang diatas didapat rumusan masalah yaitu: Bagaimana pengaruh perbedaan kalori batubara pada kinerja *boiler* sehingga dapat mempengaruhi nilai aktual pembangkit listrik tenaga uap dengan perbandingan kalori batubara yang sesuai *design* PLTU P.T ICA?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis membatasi masalah – masalah yang akan dibahas. Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini sebagai berikut :

1. Tidak menghitung *cash flow* dari PLTU PT ICA.
2. Tidak menganalisa spesifikasi batubara.
3. Tidak menganalisa gas buang batubara

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari skripsi ini adalah, sebagai berikut:

1. Menghitung nilai efisiensi *boiler* dengan acuan ASME PTC 4.1 secara *direct method*.
2. Menghitung nilai efisiensi *boiler* dengan acuan ASME PTC 4.1 secara *indirect method*.
3. Menghitung kinerja *boiler* dengan perbedaan kalori batubara dengan waktu 3 bulan.
4. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari perbedaan kalori batubara terhadap kinerja *boiler* dalam kondisi aktual.
5. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak yang di akibatkan terhadap kinerja *boiler* apabila menggunakan kalori batubara tidak sesuai standart.
6. Penelitian ini bertujuan membandingkan 3 jenis kalori batubara dengan kinerja *boiler*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat adalah sebagai berikut :

Dapat memberikan wawasan dan manfaat dalam meningkatkan proses pembelajaran mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang berkaitan dengan kinerja *boiler*, serta dapat mengetahui seberapa besar dampak yang diakibatkan apabila menggunakan bahan bakar batubara dengan beberapa jenis kalori yang berbeda..

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

1. Telah dilakukan perhitungan tes performa boiler menggunakan kalori standart dari P.T Indonesia Chemical Alumina 5100 kkal dan di bandingkan dengan 3 jenis kalori dari supplaye batubara masing – masing 5162 kkal, 5220 kkal dan 5410 kkal. Di dapatlh perhitungan efisiensi dengan metode tak langsung (*indirect method*) pada kalori 5100 kkal 89,4 %, pada kalori 5162 kkal 89,45 %, kalori 5220 kkal 89,39 %, pada kalori 5410 kkal 89,8 %. Dari hasil perhitungan tersebut, pada kalori batubara 5220 mengalami penurunan efisiensi yang di akibat kan dari tinggi nya kandungan *moisture* 24,58 % pada batu bara yang dapat mempengaruhi proses pembakaran dan mengurangi nilai efisiensi pada boiler.
2. Perhitungan dengan menggunakan metode secara langsung (*direct method*) di buat menjadi 3 kelompok berdasarkan flow steam yang di hasilkan, antara lain 30 – 39 t/h, 50 – 59 t/h, dan 60 – 69 t/h. Pengelompokkan tersebut di buat agar mempermudah dalam menganalisis hasil dari perhitugan.
3. Pada flow 30 – 39 t/h, pemakaian batubara sebagai bahan bakar berbanding lurus dengan efisiensi, hal ini dikarenakan rendah nya flow steam yang di hasilkan membuat kinerja boiler tidak berat dan pemakaian bahan bakar juga sedikit.
4. Pada flow 50 – 59 t/h, kalori 5410 tepat nya pada flow 50,04 t/h lebih besar pemakiaannya sebesar 235,3 t/h di bandingkan dengan kalori 5162 dengan flow 50,61t/h sebesar 183,38 t/h dan kalori 5220 dengan flow 50,26 t/h sebesar 207,23 t/h. Hal ini di sebabkan kandungan *moisture* dan *fly ash* yg tidak sesuai standart yang bisa mempengaruhi pembakaran pada boiler menjadi tidak maksimal.
5. Tingginya nilai kalori belum bisa di pastikan bekerja maksimal untuk menaikkan efisiensi pada boiler apabila parameter yang lain seperti *carbon* ,*moisture*, *ash content*, *size* batubara tidak sesuai standart yang sudah di tetapkan oleh perusahaan. Faktor Alam juga dapat mempengaruhi untuk naik nya nilai *moisture* pada batu bara, contohnya penyimpanan batubara di *coal yard* di lapangan terbuka akan mudah terkena hujan.

5.2. Saran

Adapun saran – saran yang dapat di ambil dari hasil penelitian antara lain:

1. perlunya untuk dilakukan kembali pengecekan ulang *moisture* pada batubara sebelum memulai *moving* dan *loading* ke *bunker*.
2. perlunya melakukan penghamparan batu bara di dalam *coal house* untuk mengurangi kandungan air yang terdapat di batu bara.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sukandi, dkk. 2018. *Analisis pengaruh perbedaan nilai HHV (high heating value) batubara terhadap gas hasil pembakaran pada boiler*. Jakarta. Teknik Mesin Politeknik Jakarta vol. 2, no. 2 Agustus 2018
- Anang Nungky Ristyanto, dkk. Mei 2012. *Simulasi perhitungan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga uap PLTU Rembang*. UNDIP Semarang, Jurusan Teknik Elektro
- Arsyil Arham, dkk. 2015. *Evaluasi kinerja boiler combustion fluidized bed (CFB) di PT PLN (Persero) Unit PLTU Barru*. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Teknik Mesin, vol 13 no.1
- Feriyanto, YE. 2018. *Perhitungan efisiensi boiler PLTU menurut ASME PTC 4.1 – metode indirect or heat-loss*.
- Nurmalita. 2012. *Analisi energi pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) PT. Energi Alam Raya Semesta dikabupaten nagan raya Nangroe Aceh Darussalam*. ITB Bogor.
- Raharjo W.D dan Karnowo. 2008. *Mesin koversi energi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang Press
- Yolanda Pravitasari, dkk. 2017. *Analisis efisiensi boiler menggunakan metode langsung*. Universitas Tanjungpura, Prisma Fisika vol V no. 01 hal. 09 – 12
- Blog.unnes.ac./antosupri/pengertian-boiler-ketel-uap, 15 oktober 2015
- <https://rakhman.net/power-plant-id/prinsip-kerja-boiler.html>
- <https://www.autoexpose.org/2019/07/jenis-jenis-batubara.html>

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1	Alur Pembangkit Listrik Tenaga Uap	7
2.2	Siklus rankine	10
2.3	Batu bara <i>Antrasit</i>	13
2.4	Batu bara <i>Bituminous</i>	14
2.5	Batu bara <i>Sub Bituminous</i>	15
2.6	Batu bara <i>lignit</i>	16
2.7	Batu bara Gambut	16
2.8	<i>Boiler</i>	17
2.9	<i>boiler</i> pipa Api	20
2.10	<i>Boiler</i> Pipa Air	21
2.11	<i>Circulating Fluidized Bed (CFB)</i>	22