EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR BATUBARA DALAM MEMPRODUKSI UAP BOILER PLTU BUKIT ASAM UNIT PELABUHAN TARAHAN 2 X 8 MW

Zein Muhamad[1], Jeriko Adnantio[2]

[1]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : zein.muhamad@ubl.ac.id

[2]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : jeriko.19321004@student.ubl.ac.id

Abstrak

Pembangkit milik PT Bukit Asam dirancang khusus untuk mendukung kegiatan di dermaga pelabuhan milik PTBA. Namun, pengelolaannya kemudian diserahkan kepada PT BEST. Tujuan utama dari pembangkit ini adalah menyediakan sumber energi yang mendukung operasional pembongkaran dan pengapalan batubara di pelabuhan PTBA. Dengan kapasitas 2 x 8 MW, PLTU Bukit Asam memiliki peran penting dalam menghasilkan uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin. Turbin ini pada akhirnya menggerakkan generator, untuk menghasilkan energi listrik yang diperlukan. Semua proses ini didukung oleh penggunaan bahan bakar batubara dengan jenis bituminous dan sub-bituminous. Oleh karena itu studi analisis dilakukan untuk mengevaluasi jenis batubara yang paling sesuai untuk digunakan dalam proses produksi uap boiler. Dalam batubara itu sendiri memiliki beberapa macam jenis dengan kandungan karakteristik yang berbeda-beda, sehingga suatu efektivitas penggunaan batubara dalam memproduksi uap bisa dilihat dari segi faktor bahan bakar. Hasil dari perhitungan ini didapat bahwa LHV dan HHV tertinggi didapatkan dari bahan bakar bituminous dengan nilai LHV 24.381 dan HHV 25.703. kemudian data tersebut dapat dihitung melalui input-output sehingga perbandingan didapatkan pada efektifitas batubara jenis bituminous mendapatkan nilai rata-rata lebih efisien dengan 77,23% sedangkan batubara sub bituminous 72,75%. Dari perhitungan ini juga memperhitungkan kandungan gas asap (analisis orsat) yang menghasilkan CO, CO2, O2, N2. dari pembakaran, Laju batubara, dan persentase kelebihan udara.

Kata Kunci: PLTU, Boiler, Batubara, Efektivitas, LHV, HHV

LATAR BELAKANG MASALAH

Pembangkit listrik menjadi infrastruktur yang sangat penting dalam mengubah berbagai sumber energi menjadi energi listrik yang dapat kita gunakan sehari-hari. pembangkit listrik yang ada, salah satu yang paling umum dan dapat dijumpai di berbagai belahan dunia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di PT Bukit Asam (Persero) yang berada di wilayah Bukit Asam, Sumatera Selatan. Pada pembangkit terdiri dari berbagai sistem-sistem proses baik dari boiler, turbin dan generator, pada sistem proses PLTU, pembakaran bahan bakar di dalam boiler menghasilkan uap kering (superheated steam) yang kemudian uap tersebut ditransfer ke turbin yang bertujuan untuk mengubah energi termal yang terkandung dalam uap menjadi energi mekanik yang dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik

Dalam komponen sistem uap

pembangkit ini, yaitu sistem boiler. Boiler merupakan suatu komponen yang memproduksi sebuah uap dengan menggunakan batubara sebagai bahan bakar yang akan digunakan untuk memanaskan air di dalam furnace. Bahan bakar yang terkandung. dalam menghasilkan uap atau untuk merubah energi air menjadi uap dengan kriteria-kriteria tertentu maka bahan bakar bermacam-macam yaitu; kayu, sampah, ampas tebu, kulit kelapa, kulit biji teh, batubara, dan lain-lain.

Menggunakan bahan bakar batubara ini sebagai pembangkit dikarenakan ketersediaannya yang melimpah dan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya. Dalam bahan bakar batubara itu sendiri memiliki beberapa macam jenis dengan kandungan karakteristik yang berbeda-beda sehingga suatu efektivitas penggunaan batubara dalam memproduksi uap boiler menjadi perhatian penting, mengingat dampaknya terhadap efisiensi pembangkit. Dalam efektivitas ini mencakup beberapa aspek, seperti efisiensi pembangkit, konversi energi yang optimal, dan penggunaan bahan bakar yang efisien. Dalam konteks ini, penting untuk memahami sejauh mana penggunaan batubara sebagai bahan bakar dalam PLTU dapat menghasilkan uap boiler yang efisien.

Di samping itu juga dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas tersebut baik dari dampak kelebihan dan kekurangan pada penggunaan batubara terhadap pembangkit, serta dalam memproduksi uap boiler agar dapat menghasilkan suatu uap secara maksimal maka batubara yang digunakan harus memiliki suatu tingkat efektivitas tertentu.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Boiler

Boiler adalah bagian dari mesin yang mengubah air menjadi uap. Dengan memanaskan air di dalam pipa dengan panas dari pembakaran bahan bakar di dalam furnace, uap tersebut dihasilkan dari air yang berada di sisi area furnace pada saat proses pembakaran. Dengan dikurasnya udara dari luar dan juga bahan bakar sehingga proses pembakaran terus berlanjut di ruang bakar. Laut merupakan sumber air pada pembangkit ini, yang dimana air yang berasal dari laut yang kemudian bisa ditambahkan ke deaerator sesuai dengan standar sebelum air dipompa ke boiler oleh feedwater pump, dimana air laut akan masuk melalui deaerator, fungsi deaerator adalah untuk mengurangi kadar oksigen dan di dalam deaerator diberikan zat kimia agar hasil bisa sesuai dengan standar dan juga fungsi pada katup control feedwater dengan sistem by-pass yang digunakan untuk menentukan kapasitas air yang dibutuhkan.

Setiap komponen boiler akan melalui beberapa proses termodinamika saat masuk ke dalam boiler. Diawali dengan komponen economizer, pemanasan awal akan terjadi yang bertujuan sebagai proses menaikkan suhu di dalam economizer sebelum lanjut ke steam drum. Steam drum menerima air setelah economizer pada saat dilakukan pemanasan terlebih dahulu. Uap dan air dipisahkan dalam sebuah steam drum. Setelah uap air economizer belum mencapai titik saturated (keadaan jenuh), proses uap air joka awal akan langsung dipompakan ke dalam dinding tabung (wall tube). Wall Tube dirancang yang berfungsi sebagai furnace (ruang bakar) dinding. Air kemudian kembali ke steam drum melalui wall tube, dimana sekali lagi dipecah menjadi air dan uap. Uap kering akan dialirkan ke superheater, sedangkan uap yang memiliki sifat uap jenuh (saturated steam) atau berupa air akan dialirkan kembali ke wall tube. Dalam superheater, energi panas yang dibutuhkan untuk mengubah uap menjadi steam superheater meningkat hingga steam terisi untuk memutar sebuah mesin turbin.

2. Batubara

ASTM (American Society for Testing and Materials) telah mengembangkan suatu klasifikasi umum untuk batubara berdasarkan penggunaannya, sedangkan batubara dapat dibedakan atas beberapa

jenis yang dapat dilihat melalui tabel:

Tabel 2.3 Klasifikasi batubara ASTM

KELAS	GRUP	KARBON PADAT, %, (dry min. matter water free basis)		ZAT TERBANG, %,(dry min. matter water free basis)		NILAI KALORI, BTU/LB, (moist. min. water free basis)	
		SAMA ATAU >	<	>	SAMA ATAU >	SAMA ATAU >	<
Anthracite	Meta Ant.	98			2		
	Anthracite	92	98	2	8		
	Semi Ant	86	92	8	14		
Bituminous	Low Vol. Bit	78	86	14	22		
	Med. Vol. Bit	96	78	22	31		
	High Vol. A Bit		69	31		14,000	
	High Vol. B Bit					13,000	14,000
	High Vol. C Bit					10,500	13,000
Sub Bituminous	Sub Bit. A					10,500	11,500
	Sub Bit. B					9,500	10,500
	Sub Bit. C					8,500	9,500
Lignite	Lignite A					6,300	8,500
	Lignite B						6,300

Kehadiran ASTM dalam klasifikasi batubara bertujuan untuk mencapai kesepakatan antara produsen batubara dan industri atau pengguna batubara. Pengelompokan tersebut mengungkapkan perbedaan dalam sifat kimia (reaktivitas) dan sifat fisik (struktur) di antara berbagai jenis batubara. Hal ini menjadi faktor penting yang menentukan kecocokan suatu jenis batubara untuk penggunaan tertentu dan ketidakcocokannya untuk penggunaan lainnya. Sebagai contoh, batubara jenis subbituminous dan bituminous dapat langsung dibakar dalam tungku dan ketel uap (boiler) untuk keperluan industri dan pembangkit listrik

3. Mekanisme Pembakaran Batubara

Mekanisme pembakaran batubara dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel batubara. Batubara dalam bentuk bongkah memiliki mekanisme pembakaran yang lebih kompleks dibandingkan dengan batubara dalam bentuk bubuk. Secara umum, mekanisme pembakaran batubara dapat dibagi menjadi empat (4) tahap yaitu:

1) Tahap Pemanasan Bodi:
   Pada tahap ini, batubara dipanaskan secara bertahap untuk menguapkan air dan menghilangkan kelembaban yang terkandung di dalamnya. Pada suhu rendah, air dalam batubara akan menguap dan menghasilkan uap air. Proses pemanasan bodi ini terjadi di bawah suhu pembakaran.

2) Tahap Evolusi Zat Terbang
   Setelah tahap pemanasan bodi, batubara akan melepaskan komponen-komponen volatil atau zat terbangnya pada suhu yang lebih tinggi. Zat terbang ini meliputi berbagai gas seperti metana, karbon dioksida, hidrogen, dan senyawa organik lainnya. Selain itu, juga terdapat komponen berupa uap air, asam sulfat, dan partikel-partikel padat seperti tar dan abu halus. Tahap ini terjadi pada suhu antara 200 hingga 800 derajat Celsius.

3) Tahap Pembakaran Zat Terbang
   Setelah evolusi zat terbang, zat-zat volatil yang terlepas tersebut akan terbakar dengan oksigen dari udara. Tahap ini melibatkan reaksi kimia antara zat terbang dengan oksigen untuk menghasilkan panas. Pembakaran zat terbang ini dapat menghasilkan nyala api yang terlihat pada pembakaran batubara. Pada tahap ini, suhu pembakaran mencapai kisaran 800 hingga 1.200 derajat Celsius. Selama proses pembakaran batubara, perlu diperhatikan agar terjadi sirkulasi udara yang cukup untuk mempertahankan pembakaran yang efisien. Kekurangan pasokan udara dapat menghasilkan pembakaran yang tidak lengkap dan menghasilkan emisi berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan zat polutan lainnya.

4) Tahap Pembakaran Karbon

   Setelah zat terbang terbakar, yang tersisa adalah karbon padat yang terkandung dalam batubara. Karbon ini akan membakar dengan oksigen dari udara, menghasilkan panas yang lebih tinggi dan mempertahankan nyala api. Reaksi pembakaran karbon ini menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan energi panas yang dapat dimanfaatkan.

4. Analisis Batubara

Terdapat dua metode analisis yang umum digunakan untuk menganalisis batubara, yaitu analisis proksimasi dan analisis ultimasi. Kedua metode ini memberikan informasi mengenai fraksi massa atau komponen-komponen yang terdapat dalam batubara, dan hasil analisis dapat disajikan dalam berbagai format yang berbeda.

1) Analisis Ultimasi
   Analisis ultimasi adalah metode laboratorium yang digunakan untuk menganalisis komposisi unsur kimia dalam suatu bahan, seperti batubara, biomasa, atau sampel organik lainnya. Analisis ini memberikan informasi tentang persentase massa dari unsur-unsur utama yang terkandung dalam bahan tersebut, yaitu kandungan air, karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), sulfur (S), dan oksigen (O) di dalam batubara.
2) Analisa Proksimasi
   Analisis proksimasi adalah metode laboratorium yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia batubara atau bahan organik lainnya. Analisis proksimasi sangat penting dalam karakterisasi dan evaluasi batubara serta bahan organik lainnya. Hasil analisis ini memberikan informasi yang berguna dalam menentukan potensi energi, sifat pembakaran, dan penggunaan yang tepat dari bahan tersebut. Yang meliputi: kandungan air, Volatile matter, Fixed Carbon, kandungan abu, baik dari data %ADB maupun %AR

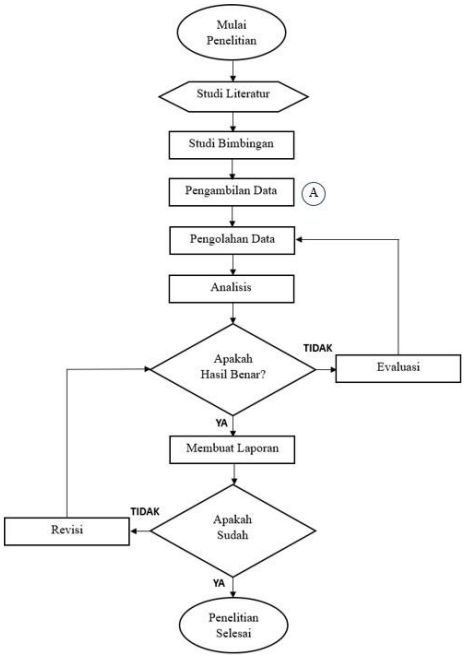
METODOLOGI PENELITIAN

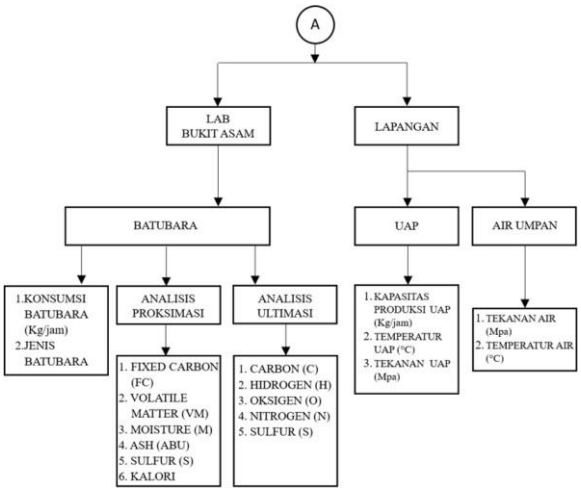
Untuk mencapai tujuan yang telah dijelaskan sebelumnya dengan baik, diperlukan data yang akurat sebagai dasar penelitian. Berikut ini adalah beberapa metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Metode literatur, digunakan untuk melakukan analisis data dengan mengacu pada teori-teori yang relevan yang diperoleh dari sumber-sumber seperti buku referensi, modul, jurnal, dan media elektronik. Metode literatur dilakukan untuk memilih bahan referensi yang sesuai dengan permasalahan dan terkait dengan penggunaan batubara sebagai bahan bakar di Boiler pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).
2. Survey observasi (observation), survei ini dilakukan di perusahaan terkait untuk mengambil data, penelitian, pengamatan yang selanjutnya digunakan untuk mengolah data tersebut dengan acuan yang ada di buku literatur.
3. Wawancara atau Interview, melakukan tanya jawab dan diskusi langsung dengan karyawan khususnya karyawan laboratorium batubara, maintenance team, dan operator di PT Bukit Asam Unit Pelabuhan Tarahan serta konsultasi dengan dosen pembimbing di kampus.

DIAGRAM ALUR PENELITIAN

Dalam rangka memudahkan proses pengerjaan, disusunlah alur penelitian sebagai berikut:





HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Hasil kandungan batubara PLTU 2x8 MW

Unsur Bahan Bakar	Persentase Kandungan	
	Sub-Bituminous	Bituminous
Carbon (C)	73,6%	79,2%
Hidrogen (H_2)	5,2%	5,5%
Oksigen (O_2)	18,8%	13%
Nitrogen (N_2)	1,3%	1,2%
Sulfur (S)	1,1%	0,9%
Volatile Matters (VM)	45,1%	47,2%
Fixed Carbon (FC)	54,9%	52,8%
Moisture (M)	23%	16%
Ash (A)	6%	5%

Pada tabel yang disajikan di atas, terdapat data analisis komposisi yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, serta unsur lainnya. Kemudian selanjutnya mencari nilai LHV dan HHV dari unsur tersebut.

$$(1 - M - A)$$

Menghitung rumus awal dengan menggunakan faktor koreksi terhadap moisture dan juga ash (abu).

1) Sub-bituminous

Data Ultimasi

$C = 0{,}71 \times 73{,}6 = 52{,}25\%$
$H_2 = 0{,}71 \times 5{,}2 = 3{,}69\%$
$O_2 = 0{,}71 \times 18{,}8 = 13{,}34\%$
$N_2 = 0{,}71 \times 1{,}3 = 0{,}92\%$
$S = 0{,}71 \times 1{,}1 = 0{,}78\%$
$M = 23{,}0\%$
$A = 6{,}0\%$
100%

Data Proksimasi

$VM = 0{,}71 \times 45{,}1 = 33{,}0\%$
$FC = 0{,}71 \times 54{,}9 = 38{,}0\%$
$M = 23{,}0\%$
$A = 6{,}0\%$
100%

2) Bituminous

Data Ultimasi

$C = 0{,}79 \times 79{,}2 = 62{,}56\%$
$H_2 = 0{,}79 \times 5{,}5 = 4{,}34\%$
$O_2 = 0{,}79 \times 13 = 10{,}27\%$
$N_2 = 0{,}79 \times 1{,}2 = 0{,}94\%$
$S = 0{,}79 \times 0{,}9 = 0{,}71\%$
$M = 16{,}0\%$
$A = 5{,}0\%$
100%

Data Proksimasi

$VM = 0{,}79 \times 47{,}2 = 37{,}28\%$
$FC = 0{,}79 \times 52{,}8 = 41{,}72\%$
$M = 16{,}0\%$
$A = 5{,}0\%$
100%

dan hasil dari penjumlahan analisis ultimasi dan proksimasi tersebut dimasukan di rumus Pendekatan Dulong HHV dan LHV sehingga mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perbandingan LHV dan HHV

Jenis Batubara	LHV (kj/kg)	HHV (kj/kg)
Sub-Bituminous	18.989	20.723
Bituminous	24.381	25.703

Dari perhitungan diperoleh data low heat value dan high heat value, batubara bituminous tergolong batubara yang memiliki tingkatan yang lebih tinggi dari pada sub-bituminous.

1. Klasifikasi ASTM

FC, bebas-Mm, kering

1) Sub-Bituminous

$$= \frac{100(FC - 0{,}15\,S)}{100 - M - 1{,}08 \times 6 - 0{,}55\,S}$$

$$= \frac{100(38 - 0{,}15 \times 0{,}78)}{100 - 23 - 1{,}08 \times 6 - 0{,}55 \times 0{,}78}$$

$$= \mathbf{54{,}04}\%$$

2) *Bituminous*

$$= \frac{100(FC - 0{,}15\,S)}{100 - M - 1{,}08 \times 6 - 0{,}55\,S}$$

$$= \frac{100(41{,}72 - 0{,}15 \times 0{,}71)}{100 - 16 - 1{,}08 \times 5 - 0{,}55 \times 0{,}71}$$

$$= \mathbf{53{,}20}\%$$

Karena nilai ini berada di bawah 69%, batubara tidak memenuhi syarat untuk digolongkan ke dalam kategori

karbon tetap bebas mineral (bebas-Mm) dan kering.

1) *Sub-Bituminous*

Btu, Bebas-Mm, basah

$$= \frac{100(Btu - 50\,S)}{100 - 1{,}08A - 0{,}55\,S}$$
$$= \frac{100(8909 - 50 \times 0{,}78)}{100 - 1{,}08 \times 6 - 0{,}55 \times 0{,}78}$$
$$= \mathbf{8528\ Btu/lb}$$

2) *Bituminous*

$$= \frac{100(Btu - 50\,S)}{100 - 1{,}08A - 0{,}55\,S}$$
$$= \frac{100(11050 - 50 \times 0{,}71)}{100 - 1{,}08 \times 5 - 0{,}55 \times 0{,}71}$$
$$= \mathbf{11691\ Btu/lb}$$

Menentukan klasifikasi batubara ASTM, dengan rentang nilai mendapatkan angka 8528 btu/lb pembakaran tinggi yang bebas mineral berada antara 6300 hingga 8500 Btu/lb, maka batubara ini dikategorikan sebagai kelas III dalam kelompok 1 (lignite A), sedangkan batubara tipe bituminous mendapatkan nilai 11691 Btu/lb sebagaimana yang tertera dalam (tabel 2.3) berada antara 10.500-13.000 dikategorikan sebagai kelas II kelompok 5 bituminous (High Vol. C).

Tabel 4.4 Hasil LHV dan HHV dan data nilai klasifikasi.

Jenis Batubara	LHV (kj/kg)	HHV (kj/kg)	Klasifikasi 69% (Kelas Karbon Kering)	Klasifikasi ASTM (Btu/lb)
Sub-Bituminous	18.989	20.723	54,04%	8528
Bituminous	24.381	25.703	53,20%	11.691

2. Perhitungan Analisa Orsat

Untuk mengetahui hasil dari perbandingan Carbon monoksida (CO), Carbon Dioksida (CO2) serta Nitrogen (N) pada masing-masing batubara dengan menggunakan analisis orsat.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Orsat Batubara Sub-bituminous dan Bituminous

Analisis Orsat		
Kandungan	**Sub-bituminous**	**Bituminous**
%CO	0,49%	0,44%
%CO2	15,02%	17,40%
%O2	2,44%	2,87%
%N	82,05%	79,29%
Jumlah	100%	

3. Laju Batubara

1) *Sub-bituminous*

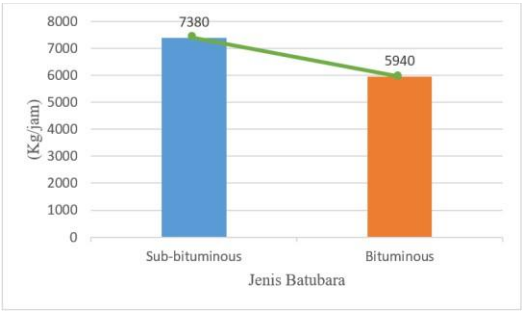
Laju batubara $= \frac{daya\ termal}{(HHV)b.bara}$

$$\frac{(8 \times 10^6\ W_e)(10^{-3} kj_e/W_e \cdot s)}{(0{,}1878\ kj_e/kj_{th})(20.723\ kj_{th}/kg\ batubara)}$$
$$= 2{,}05\ kg\ batubara/det$$
$$= 7380\ kg\ batubara/jam$$

2) *Bituminous*

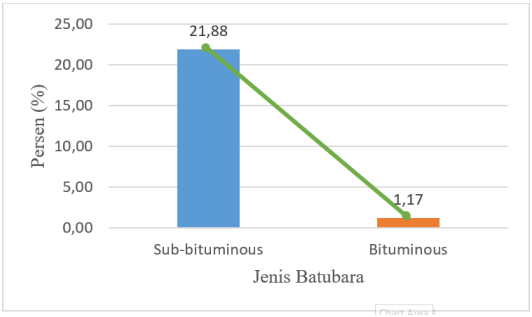
Laju batubara $= \frac{daya\ termal}{(HHV)b.bara}$

$$\frac{(8 \times 10^6\ W_e)(10^{-3} kj_e/W_e \cdot s)}{(0{,}1878\ kj_e/kj_{th})(25.703\ kj_{th}/kg\ batubara)}$$
$$= 1{,}65\ kg\ batubara/det$$
$$= 5940\ kg\ batubara/jam$$



Gambar 4.2 Diagram Laju Kebutuhan Batubara

4. Persentase Kelebihan Udara



Gambar 4.2 Diagram Kelebihan Udara

Dari informasi dalam tabel di atas, terlihat bahwa batubara dengan LHV rendah akan membutuhkan proporsi udara yang lebih besar daripada batubara dengan LHV yang tinggi.

5. Efektivitas Batubara dalam Memproduksi uap

$$= \frac{Kalor\ yang\ berguna\ untuk\ penguapan}{kalor\ yang\ diberikan\ pada\ boiler}$$

$$= \frac{B\ (h_{uap} - h_{air})}{G \times LHV} \times 100\%$$

$$= \frac{29200 \times (793{,}38 - 152{,}18)}{5753 \times 4538{,}37} \times 100\%$$

$$= \frac{29200 \times (641{,}2)}{26109242} \times 100\%$$

$$= 0{,}7171 \times 100\%$$

$$= 71{,}71\ \%$$

Dimana:

B = produksi uap tiap jam (kg/jam)

h_{uap} = enthalpy uap

h_{air} = enthalpy air

G = konsumsi Bahan bakar/jam (kg/jam)

LHV = *low heating value* / nilai kalor bawah bahan bakar (kkal/kg)

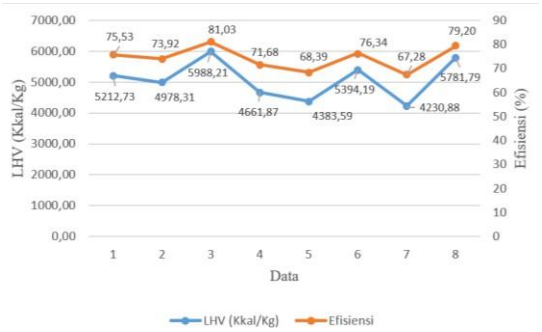
Tabel 4.1 Efektivitas yang dihasilkan menggunakan batubara Sub-Bituminous dengan nilai LHV 4538 Kkal/kg

Tanggal	hair (Kkal/Kg)	huap (kkal/Kg)	G (Kg/jam)	B (Kg/jam)	LHV (Kkal/Kg)	η
Hari 1	152,18	793,38	5.753	29200	4538,37	71,71%
Hari 2	148,06	796,77	5.560	28670	4538,37	73,71%
Hari 3	148,06	797,90	6.013	29420	4538,37	70,06%
Hari 4	149,08	796,21	5.493	28880	4538,37	74,97%
Hari 5	148,06	798,47	5.655	29210	4538,37	74,03%
Hari 6	147,04	796,77	5.760	29170	4538,37	72,50%
Hari 7	146,01	799,59	5.623	27540	4538,37	70,53%
Hari 8	149,06	799,03	5.528	28420	4538,37	73,63%
Hari 9	153,14	795,08	5.428	28080	4538,37	73,17%
Hari 10	154,17	801,72	5.595	28920	4538,37	73,75%
Hari 11	152,13	799,57	5.623	28830	4538,37	73,14%
Hari 12	153,16	798,47	5.655	28540	4538,37	71,76%
rata-rata						72,75%

Tabel 4.3 Efektivitas yang dihasilkan menggunakan batubara Bituminous dengan nilai LHV 5827 kkal/kg

Tanggal	hair (Kkal/Kg)	huap (kkal/Kg)	G (Kg/jam)	B (Kg/jam)	LHV (Kkal/Kg)	η
13 Juli	152,13	800,16	4150	28460	5827,06	76,27%
14 Juli	163,45	794,28	4020	28920	5827,06	77,88%
15 Juli	155,24	795,97	4260	29580	5827,06	76,35%
16 Juli	148,09	793,15	4122	28420	5827,06	76,33%
17 Juli	148,09	793,15	3920	28420	5827,06	80,26%
18 Juli	158,27	793,71	3750	27210	5827,06	79,13%
22 Juli	156,25	800,72	4230	28830	5827,06	75,38%
23 Juli	147,04	789,97	4110	29170	5827,06	78,31%
24 Juli	147,04	797,10	4133	28670	5827,06	77,39%
25 Juli	148,06	797,10	4212	28790	5827,06	76,13%
26 Juli	150,12	799,91	4190	29000	5827,06	77,18%
27 Juli	157,26	796,77	3984	27460	5827,06	75,64%
rata-rata						77,19%

6. Pengaruh Perbedaan Nilai LHV kkal/kg Terhadap Efisiensi



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari perhitungan laju kebutuhan bahan bakar pada pembangkit PLTU 2x8 MW, diperoleh hasil bahwa batubara tipe sub-bituminous menghasilkan sebanyak 7380 kg/jam, sedangkan batubara bituminous menghasilkan sebanyak 5940 kg/jam, dengan persentase perbandingan sebesar 24,24%.
2. Persentase Kelebihan udara guna untuk membantu pembakaran batubara diperlukan 21,88% batubara jenis sub-bituminous sedangkan batubara jenis bituminous persentase kelebihan udaranya 1,17%.
3. Persentase efektivitas penggunaan bahan bakar batubara jenis sub-bituminous dalam memproduksi uap mendapatkan hasil rata-rata 72,75% sedangkan batubara tipe bituminous mendapatkan hasil rata-rata 77,23%
4. Jenis Batubara sangat mempengaruhi

hasil efisiensi produksi uap, karena banyak faktor-faktor yang mempengaruhi misalnya jenis batubara lignite yang mempunyai kandungan air yang sangat tinggi dan kandungan kalori yang rendah. Hal ini sangat mempengaruhi nilai produksi uap pada boiler.

5. Hasil konsumsi penggunaan bahan bakar batubara pada boiler dengan menggunakan batubara tipe bituminous mendapatkan hasil rata-rata yang 98.098 kg/hari dibandingkan batubara sub-bituminous yang mengkonsumsi lebih banyak dengan nilai rata-rata pemakaian 135.372 kg/hari.
6. Untuk meningkatkan efektifitas dalam memproduksi uap, harus menggunakan batubara yang mempunyai nilai LHV yang tinggi, karena semakin tinggi nilai LHV maka semakin sedikit pula bahan bakar yang digunakan.

Saran

1. Agar boiler dapat bekerja secara efektif maka perlu diadakan proses perawatan yang dilakukan secara berkala atau periodik
2. Untuk mencapai proses produksi uap yang maksimal, bahan bakar yang digunakan, dalam hal ini batubara, harus memenuhi persyaratan industri yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Sugiharto, "Tinjauan Teknis Pengoperasian Dan Pemeliharaan Boiler," *Forum Teknologi*, 6.2 (2016)

Bestpower1, "Area Operations," 2018 <https://bestpower1.co.id/area-operations/>

Djokosetyardjo, Ir. M.J., *KETEL UAP*, 6 ed. (JAKARTA: PT PRADNYA PARAMITA, 2006)

Dr. Pasymi, ST, MT, *Batubara (jilid 1)* (BUNG HATTA UNIVERSITY PRESS, 2008)

Mahisa, Dihan Topan, *BATUBARA (Analisis & Kualitas)* (Bandar Lampung, 2017)

Ph.D, Archie W Culp Jr., *Prinsip-Prinsip Konversi Energi* (Erlangga, 1991)

Ph.D, Prof. Ir. Sukandarrumidi. M.Sc., *BATUBARA*

DAN PEMANFAATANNYA (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017)

Team Maintenance, *Pengenalan Boiler PLTU Pelabuhan Tarahan 2 x 8 MW* (Lampung, 2016)