
**PENGARUH KANDUNGAN AIR PADA AMPAS TEBU TERHADAP
EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK GULA MADU BARU YOGYAKARTA**

Saptyaji Harnowo¹⁾, Yunaidi²⁾

¹⁾Dosen Program Studi Teknik Mesin Politeknik LPP, Yogyakarta, Indonesia

Email : jai_lpp@yahoo.com

²⁾Dosen Program Studi Teknik Mesin Politeknik LPP, Yogyakarta, Indonesia

Email : yunaidi@politeknik-lpp.ac.id

Abstract

Bagasse is a solid fiber out of the last mill, after the milking juice process which is a waste of the processing of sugar cane and is a primary fuel in steam power plant in the sugar factory. Bagasse are used in almost all sugar mills in Indonesia as boilers fuel. Bagasse has a water content varied for each period milled. The content of each component is expressed in percentage of sugar content (bagasse pol) are carried in bagasse and water content. This study discusses the effect of water content on the bagasse to its calorific value. Due to the water contained in the bagasse will be the burden of the existing heat. Calorific values obtained from the efficiency boiler, so hopefully with a high calorific value fuel can raise the efficiency of steam boiler. From the research shows that the bagasse pol levels will affect the water content of the bagasse. The higher levels of bagasse pol will raise bagasse water content. From the results of the analysis indicate that the water content of the bagasse affects boiler efficiency, as well as the levels of sugar are shipped bagasse pol although the effect is not too significant to the boiler efficiency in a sugar factory.

Key Words : Bagasse, Bagasse Pol, Water Content, Boiler, Efficiency

PENDAHULUAN

Ampas tebu (*bagasse*) adalah bahan sabut padat yang keluar dari gilingan terakhir, sesudah proses pemerahan nira yang merupakan limbah hasil pengolahan tebu menjadi gula dan sekaligus merupakan bahan bakar utama pada pembangkit tenaga uap di pabrik gula. Bahan bakar bagasse digunakan hampir diseluruh ketel uap pabrik gula di Indonesia. Bagasse mempunyai kadar air yang beragam untuk masing-masing periode giling. Kandungan masing-masing komponen dinyatakan dalam prosentase kadar gula (pol ampas) yang terbawa dalam bagasse dan kadar air ampas.

Ketel uap merupakan suatu pesawat/mesin pembangkit uap yang digunakan untuk menghasilkan tenaga lewat mesin uap atau turbin uap dan untuk keperluan proses proses di lingkungan industri. Cara yang paling baik untuk memanfaatkan kalor dari uap adalah dengan memakai uap untuk pembangkit tenaga listrik maupun mekanik dan kemudian memakai uap bekas untuk pemanasan dalam proses.

Uap dihasilkan dari pemanasan air di dalam drum dan pipa-pipa ketel pada temperatur yang tinggi yang berasal dari pembakaran bahan bakar dan udara dalam ruang pembakaran (*furnace*). Efisiensi sebuah ketel uap dipengaruhi oleh banyak faktor baik yang merupakan kondisi tetap maupun kondisi yang tidak tetap. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi ketel uap adalah jenis dan kondisi bahan bakar yang dipakai. Ampas tebu yang merupakan bahan bakar ketel uap di pabrik gula juga memiliki karakteristik mutu yang berbeda-beda yang akan mempengaruhi efisiensi ketel dan jumlah pemakaian ampas tebu dalam suatu pembakaran. Selain itu menurunnya efisiensi ketel uap sering diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar yang salah.

Ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah hasil pengolahan tebu menjadi gula, yang menjadi bahan bakar utama ketel uap di pabrik gula namun pemanfaatan bagasse sampai saat ini belum optimal. Agar diperoleh manfaat yang maksimal dari bagasse maka perlu dicermati faktor apa saja yang mempengaruhi efektifitas tersebut.

Pemilihan bahan bakar ketel uap yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam merencanakan ketel uap yang akan dipakai dalam sebuah pabrik. Hal ini karena jenis bahan bakar yang dipakai akan berpengaruh terhadap efisiensi ketel dan juga terhadap biaya operasional ketel secara keseluruhan. Faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan bahan bakar ini adalah karakteristik ketel uap, nilai kalor bakar bahan bakar, kemudahan dalam operasional ketel uap, ketersediaan bahan bakar di pasaran, pertimbangan harga, dan sebagainya.

Di pabrik-pabrik gula tidak terkecuali PG Madukismo, bahan bakar utama ketel uap menggunakan ampas tebu, sedangkan bahan bakar residu dan kayu sebagai bahan bakar cadangan. Bahan bakar cadangan merupakan bahan bakar suplesi bila terjadi stagnasi pabrik yang mengganggu keseimbangan pemakaian bahan bakar ketel untuk kelangsungan proses produksi gula.

Dalam hal ini dicoba untuk diteliti adalah kadar air pada ampas, dikarenakan kadar air ampas berpengaruh terhadap nilai kalor bakarnya. Ini disebabkan air yang terkandung dalam ampas akan menjadi beban dari panas yang ada. Dari nilai kalor ini akhirnya akan didapat nilai efisiensi/rendemen ketel uap, sehingga diharapkan dengan nilai kalor bakar yang tinggi dari ampas diharapkan dapat menaikkan efisiensi ketel uap yang secara tidak langsung juga akan meningkatkan efisiensi seluruh proses di pabrik gula.

Komposisi ampas yang keluar dari stasiun gilingan berbeda-beda ukurannya, tetapi yang paling penting adalah % (persen) zat basah atau moisture content (W) yang akan mempengaruhi besar kecilnya nilai opak ampas (NO). nilai opak atau nilai bakar berkisar antara 45 – 50 % dan dalam praktek sering ditetapkan $W = 48 \%$.

Kandungan air dan pol dalam ampas sangat tergantung dari kerja gilingan, karena apabila kandungan air dan pol terlalu tinggi akan mempengaruhi nilai bakar ampas. Komposisi dari ampas kering (dry bagasse) adalah C (47 %), H (6.5 %), O (44 %), S (0 %), dan abu (2.5 %) (Hugot, 1986).

Nilai bakar ampas yang umum dipergunakan di pabrik gula adalah rumus “Von Pritzelwitz van der Horst” (Hugot, 1986) yaitu :

$$\text{LHV} = 4250 - 10 \times \text{pol} - 48 \times \text{W}$$

Dengan :

pol : Kandungan sukrosa

W : Kandungan air

Oli residu (IDO) tergolong minyak hasil penyulingan minyak bumi dengan tingkatan sesudah solar, dengan komposisi kimianya adalah :

C : 84.6 % H : 10.9 %

O : 1 % N : 0.9 %

S : 1.6 % Abu : 1 %

Dari komposisi kimia oli residu diatas, maka menurut rumus Dulong nilai bakar rendahnya :

$$\text{LHV} = 8100 \cdot C + 34.400 (H - O / 8) + 2500 \cdot S - 5400 \cdot H - 600 \cdot A \text{ (Kcal / kg)}$$

Nilai kalor bahan bakar dari beberapa jenis bahan bakar adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Bahan bakar dan estimasi nilai kalornya (Sartono, 2000).

Bahan Bakar	Kcal/Kg
Ampas	2000
Residu	10000

Ampas dibal	3800
Tetes	2700
Ampas dicampur blotong	2200 4000
Kayu jati	2500
Kayu liar	2400
Daun tebu	7000
Batu bara	2500
Tempurung kelapa	

Untuk kapasitas ketel uap tiap jam dapat dihitung menggunakan persamaan (Hugot, 1986) :

$$G = \frac{\text{kapasitas giling}}{\text{jam kerja}} \times \text{rasio uap tebu}$$

Jadi kebutuhan ampas / bagasse tiap jam yaitu, sesuai konsepsi Black, Kalor input = Kalor output diperoleh (Hugot, 1986) :

$$B = \frac{G \cdot i_2}{LHV}$$

Dengan :

B : kebutuhan bahan bakar tiap jam (kg/jam)

G : Kapasitas ketel uap (kg/jam)

i_2 : Enthalpy uap kering (kcal/kg)

LHV : Nilai bakar ampas rendah

Dalam operasionalnya, air pengisi ketel uap harus dilakukan proses pembilasan (blow down), yaitu menguras atau membersihkan air pengisi pada drum atas dan drum bawah pada ketel uap sehingga kebersihan air dan drum bisa terjaga. Blow down ini dilakukan secara periodik dan kontinyu. Blow down periodik dilakukan untuk menguras air ketel di drum bawah yang dilakukan setiap 2 jam sekali, sedangkan blow down kontinyu dilakukan

pada air ketel di drum atas dengan cara memberi aliran overflow pada drum atas sehingga minyak/kotoran yang terdapat di atas cairan terbawa oleh aliran overflow tersebut. Pembilasan ini ditentukan dengan persamaan :

$$\text{jumlah bilasan (kg/jam)} = \frac{\text{konsentrasi air pengisi (ppm)} \times \text{produksi uap}}{\text{batas konsentrasi (ppm)} - \text{konsentrasi air pengisi (ppm)}}$$

Dari data-data dan persamaan di atas, maka efisiensi ketel uap dapat diperoleh sebagai berikut :

$$\eta = \frac{(S-s)(i_2 - i_1) + s(i_3 - i_1)}{B \times \text{LHV}}$$

Dengan :

S : jumlah air pengisi ketel

s : blow down / jam

i_1 : enthalpy air pengisi ketel (Kcal/Kg)

i_2 : enthalpy uap kering (Kcal/Kg)

i_3 : enthalpy air yang di blow down (Kcal/Kg)

B : kebutuhan bahan bakar (Kg/jam)

LHV : nilai kalor ampas

Suplai air untuk ketel uap di PG Madukismo diperoleh dari air kondensat dan air dari sungai yang sudah dilakukan *treatment* sehingga memenuhi kualitas air pengisi ketel. Air sungai diambil dan dipompa ke dalam kolam (*water pond*) untuk persediaan, kemudian disaring dan dibersihkan dari kotoran-kotoran untuk menghindari kerusakan pada ketel. Air yang telah bersih ditampung pada tangki penampung kemudian dipompakan ke deaerator. Di deaerator ini air dipanaskan sampai suhu 110⁰C untuk menghemat bahan bakar yang dipakai untuk menguapkan air. Di alat ini ditambahkan bahan kimia NaOH dan Na₃PO₄ agar didapat pH 8-8,5 sehingga air bersifat basa. Kapasitas air pengisi (S) ketel uap di PG Madukismo adalah 64% kapasitas tebu yang digiling tiap jamnya, sehingga kapasitasnya adalah 88000 kg air per jam.

Uap panas yang dihasilkan oleh ketel uap ini adalah uap kering dengan temperatur 325⁰-370⁰C dan tekanan 12-16 kg/cm². Uap ini kemudian ditampung di tangki induk (*header*) sebelum dipakai untuk menggerakkan turbin.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode pengambilan sampel ampas tebu yang merupakan hasil samping pemerahan nira di stasiun gilingan PG Madukismo. Sampel diambil sebanyak 30 kali, dan masing-masing sampel akan diuji untuk mengetahui kadar pol ampas dan kadar airnya. Di saat yang sama juga akan diamati kondisi uap hasil output ketel yang berupa tekanan dan suhu uap. Pemakaian bahan bakar lain seperti residu dan kayu juga diamati dan dihitung untuk menentukan koreksi dalam perhitungan efisiensi ketel secara keseluruhan. Hasil dari semua pengamatan kemudian akan diolah untuk mendapatkan efisiensi ketel uap. Seluruh penelitian dilakukan di PG Madukismo dan bekerjasama dengan bagian pabrikasi dan instalasi pabrik. Urutan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel ampas

Pengambilan sampel ampas tebu dilakukan di gilingan terakhir, atau di tempat ketika ampas tebu akan masuk ke ruang bakar ketel uap. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 30 kali dan setiap hari pengambilan sampel dilakukan maksimal 3 kali yaitu pagi, siang dan malam hari.

2. Pengujian dan analisa pol ampas

Pengujian dan penetapan pol ampas dilakukan ke setiap kali pengambilan sampel ampas yang diambil. Cara pengujian dilakukan dengan ekstraksi panas di laboratorium.

3. Pengujian dan analisa kadar air ampas

4. Pengamatan/pencatatan kondisi uap kering.

Untuk pengamatan uap dilakukan bersamaan waktunya dengan pengambilan sampel ampas. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan korelasi antara kondisi ampas tebu dengan kondisi uap hasil dari pembakaran ampas sebagai bahan bakar ketel uap. Pengamatan uap dilakukan untuk mengetahui tekanan uap dan suhu uap yang keluar dari ketel uap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data-data hasil pengujian dan analisa pol ampas dan kadar air ampas, pencatatan pemakaian bahan bakar ampas dan suplesinya (residu dan kayu), serta pengamatan/pencatatan kondisi uap kering, maka dapat dipakai untuk menghitung efisiensi ketel uap berdasarkan kondisi bahan bakar sesuai dengan data tersebut. Berdasarkan data kondisi uap di atas, dan dengan bantuan diagram Mollier serta tabel water and steam properties dapat dihitung entalpi uap kering, entalpi air pengisi ketel, entalpi air blow down, nilai bakar bagasse (LHV), dan kebutuhan bahan bakarnya (B).

Berdasarkan teori untuk jumlah gilingan sebanyak 4 buah seperti di PG Madu Baru, maka nilai pol ampas yang bagus adalah 2 s.d 2,5 sedangkan kadar airnya adalah $\pm 48\%$ (

Hugot, 1986). Hal ini dimaksudkan untuk dapat memaksimalkan kadar gula (sukrosa) yang terambil yang selanjutnya diproses lanjut dan untuk mengoptimalkan kondisi ampas untuk bahan bakar ketel uap. Akan tetapi menurut penelitian di PG Madu Baru parameter tersebut akan sulit tercapai, karena beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain kondisi bahan mentah (tebu), kondisi gilingan, dan kondisi alat-alat lain di pabrik.

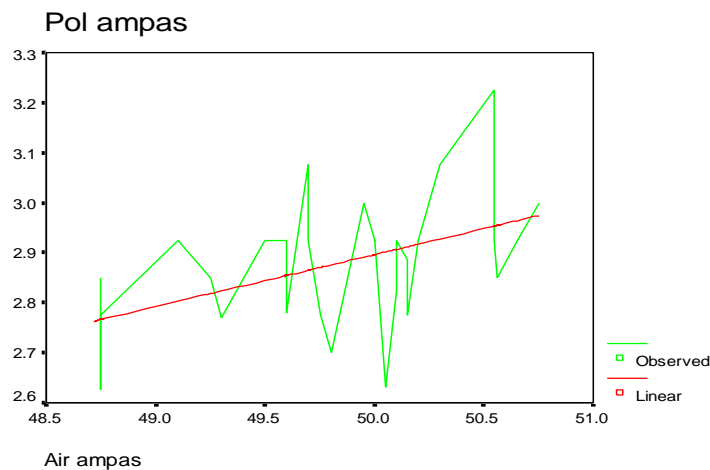
Berikut hasil pengamatan dan perhitungan efisiensi ketel uap seperti dalam tabel 2 :

Tabel 2. Hasil pengamatan pol ampas, kandungan air ampas, pemakaian bahan bakar, dan perhitungan efisiensi boiler

NO	POL AMPAS	AIR AMPAS	TEKANAN (Kg/cm ²)	SUHU	ENTALPI (i ₂) kcal/kg	LHV kcal/kg	B kg/jam	EFISIENSI KETEL
				KELUAR KETEL (°C)				
1	3.225	50.55	13.0	350	753.089	1791.35	36995.5	66.98
2	2.925	50.20	13.0	350	753.089	1811.15	36591	67.00
3	3.075	50.30	14.0	350	752.5871	1804.85	36694.3	67.31
4	2.925	50.65	13.0	350	753.089	1789.55	37032.7	67.32
5	2.850	49.25	13.0	350	753.089	1857.5	35678	67.32
6	3.000	49.95	13.5	350	752.85	1822.4	36353.6	66.96
7	3.075	49.70	13.0	362	759.3747	1833.65	36443.7	67.41
8	2.925	50.00	13.5	350	752.85	1820.75	36386.5	67.32
9	2.925	49.10	14.5	350	752.3481	1863.95	35519.5	67.31
10	2.775	49.75	13.0	343	749.4323	1834.25	35954.8	66.93
11	2.850	48.75	14.5	350	752.3481	1881.5	35188.2	67.31
12	3.000	50.75	13.5	350	752.85	1784	37136.1	67.32
13	2.700	49.80	12.5	350	753.328	1832.6	36174.2	66.95
14	2.925	49.60	13.5	350	752.85	1839.95	36006.8	66.96
15	2.925	49.50	12.5	350	753.328	1844.75	35936	66.99
16	2.885	50.15	12.5	350	753.328	1813.95	36546.1	67.32
17	2.775	50.15	13.5	350	752.85	1815.05	36500.8	67.32
18	2.925	50.00	14.5	350	752.3481	1820.75	36362.3	67.31
19	2.850	50.56	13.5	350	752.85	1794.62	36916.3	66.98
20	2.630	50.05	13.0	350	759.3747	1821.3	36690.8	67.41
21	2.925	50.55	14.0	350	752.5871	786.35	84221.6	66.96
22	2.625	48.75	13.5	350	752.85	1883.75	35169.6	66.96
23	2.775	48.75	14.5	340	747.0901	1882.25	34928.4	67.23
24	2.925	49.70	14.0	340	747.353	1835.15	35837.4	67.24
25	2.770	49.30	15.0	340	746.8272	1855.9	35411.8	67.23

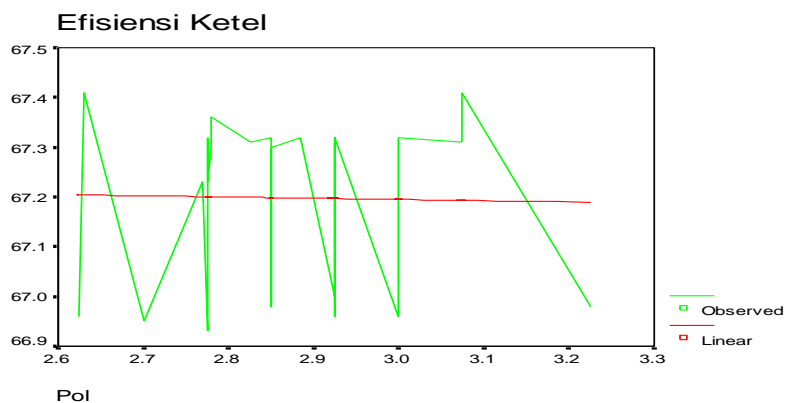
26	2.850	49.60	15.0	350	752.0852	1840.7	35955.6	67.30
27	2.825	50.10	14.0	350	752.5871	1816.95	36449.9	67.31
28	2.780	49.60	15.0	350	752.0852	1841.4	35941.9	67.30
29	2.780	49.60	12.5	355	755.9331	1841.4	36125.8	67.36
30	2.925	50.10	13.5	350	752.85	1815.95	36482.7	67.32

Dari hasil pengamatan dan pengolahan data didapat suatu hubungan bahwa kadar pol ampas akan berpengaruh terhadap kadar air ampas. Semakin tinggi kadar pol ampas maka kadar air ampas cenderung akan naik, begitu juga bila kadar pol ampas rendah maka kadar air ampas juga cenderung akan rendah, seperti terlihat pada gambar 1 di bawah ini :



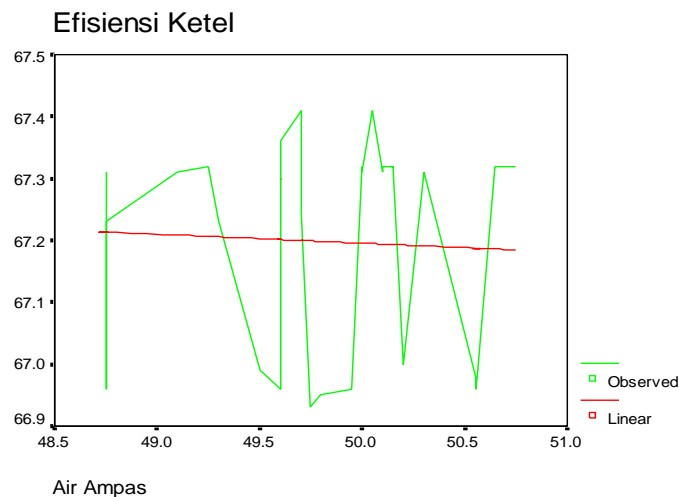
Gambar 1. Pengaruh hubungan antara kadar air ampas dan pol ampas

Hubungan antara pol ampas dengan efisiensi ketel uap dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Pengaruh pol ampas terhadap efisiensi ketel uap

Hubungan antara kandungan air ampas dengan efisiensi ketel uap terlihat pada gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3 . Pengaruh kandungan air ampas terhadap efisiensi Ketel uap.

Dari hasil analisa data dan hasil pengolahan data statistik dapat disimpulkan, bahwa nilai kadar air ampas memang mempengaruhi efisiensi ketel uap, termasuk kadar pol gula yang terikut dalam ampas (gambar 2 dan 3).

Dari korelasi data pol ampas dan air ampas, juga bisa dilihat bahwa parameter tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi ketel uap di pabrik gula.

KESIMPULAN

Dari data-data dan hasil pembahasan penelitian dapat disimpulkan :

1. Kadar pol ampas akan naik seiring dengan kenaikan kadar air ampas. Semakin tinggi kadar pol dalam ampas mengakibatkan semakin banyak potensi kehilangan dalam proses produksi gula (randemen gula turun).
2. Semakin tinggi kandungan air dalam ampas akan menurunkan efisiensi ketel uap, meskipun pengaruhnya tidak cukup besar.
3. Perbedaan kadar pol ampas yang dihasilkan oleh gilingan tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi ketel uap.

REFERENSI

Hugot E. 1986. *Handbook of Cane Sugar Engineering, 3rd Edition*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.

Sartono, Y. 2000. *Pengawasan Bahan Bakar*. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta.