

ANALISA AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN BAKAR BOILER PADA PRODUKSI GULA TAHUN 2018 DI PG KREBET BARU II MALANG

Giri Nurgoho, Ilham Fuchoiroh, Mashuri, Hari Subiyanto, Rivai Wardhani
Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email: Girinugrohom41@gmail.com, mashuri@its.ac.id, ilhamfucho@gmail.com, hari@me.its.ac.id,
rivaiw@me.its.ac.id

Abstrak – Biomassa menjadi salah satu pilihan alternatif pengganti bahan bakar fosil yang mulai terbatas jumlahnya. Biomassa masuk kedalam kategori sumber energi terbarukan, dan saat ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk plant – plant pembangkit daya dan pengolahan. Seperti yang terdapat pada PG KREBET BARU II, yang menggunakan ampas tebu menjadi bahan bakar untuk mengolah nira menjadi gula. Ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah dalam bentuk serat yang dihasilkan dari penggilingan tebu. Serat tersebut yang digunakan sebagai bahan bakar pengolahan gula di PG KREBET BARU II. Penelitian ini akan berfokus pada analisa kebutuhan jumlah ampas tebu sebagai bahan bakar yang dihasilkan pada proses produksi gula pada tahun 2018 dan pemecahan permasalahan pada kekurangan produksi ampas tebu (*Bagasse*) untuk bahan bakar. Analisa dilakukan dengan menghitung performa boiler berbahan bakar ampas tebu sebagai. Analisa dimulai dengan menghitung nilai kalor ampas tebu, nilai *heat loss* dalam boiler, dan efisiensi boiler dengan *direct method*, serta perhitungan jumlah kebutuhan ampas tebu yang diperlukan. Dari hasil perhitungan akan dilakukan analisa mengenai ampas yang ideal untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar boiler. Dari hasil perhitungan diperoleh kebutuhan ampas tebu yang ideal yaitu ampas yang memiliki kandungan air sebanyak 45 % sehingga mampu meningkatkan efisiensi boiler dari 65 % menjadi 70 % serta mengurangi konsumsi bahanbakar dari 56865 kg ampas/jam menjadi 47838 kg ampas/jam dan menghasilkan surplus ampas sebesar 300 kg/jam. Sedangkan dengan analisa penentuan nilai persen ampas sebesar 28,5 % menghasilkan surplus ampas tebu sebesar 297 kg/jam dari kekurangan ampas sebanyak 8,7 Ton/jam pada produksi gula tahun 2018.

Kata kunci: Biomassa, Bahan bakar alternatif , performa

PENDAHULUAN

Biomassa menjadi salah satu pilihan alternatif bahan bakar pengganti bahan bakar fosil yang mulai terbatas jumlahnya. Biomassa masuk kedalam kategori sumber energi terbarukan, dan saat ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk *plant – plant* pembangkit daya dan pengolahan. Ketersediaan bahanbakar berbasis biomassa di Indonesia cukup melimpah dan seiring perkembangannya, pemanfaatan energi dari biomassa juga meningkat. Biomassa berasal dari material organik atau limbah sisa yang berasal dari produk organik. Biomassa sangat banyak jenisnya dan hanya dibedakan pada asal materialnya saja. Biomassa dapat berasal bahan organik, seperti: produk perkebunan, pertanian, hutan, limbah ternak dan bisa juga sampah organik. Biomassa dapat dimanfaatkan untuk menyediakan kalor (melalui proses pembakaran), bahan bakar alternatif dan pembangkitkan daya. Pemanfaatan biomassa untuk pemenuhan kebutuhan energi disebut bioenergi.

Tebu (*Saccharum officinarum* Linn) merupakan tanaman yang termasuk pada jenis rumput - rumputan dan hanya dapat tumbuh di daerah yang beriklim tropis. Tebu-tebu yang ditanam di

perkebunan nantinya diolah menjadi tetes tebu dan gula. Pabrik Gula (PG) Kretbet Baru III, Dalam memproduksi gula, hanya bisa termanfaatkan sekitar 5% dari setiap tebu yang diproses. Sebanyak 35 – 40% merupakan ampas tebu (*Bagasse*), sisanya berupa tetes tebu (*Molase*), blotong dan air (Misran, 2005). Pemanfaatan tebu selama ini kurang diperhatikan dengan maksimal yaitu hanya memfokuskan hasil premier nya saja.

METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan mengakusisi data – data yang diperlukan. Akusisi data dilakukan dengan mengidentifikasi spesifikasi komponen, mencari di sumbernya secara langsung. Setelah data berhasil dihimpun, maka langkah selanjutnya yaitu pengolahan data dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Mencari nilai NCV dan GCV dari ampas tebu yang dihasilkan dari produksi giling pada tahun 2018 melalui persamaan empiris
2. Menghitung energi dalam ampas yang dihasilkan.
3. Menghitung udara teoritis
4. Menghitung persen udara berlebih yang disuplai

5. Menghitung massa udara yang disuplai / kg bahan bakar
6. Menghitung kerugian-kerugian yang dialami oleh boiler ketika beroperasi.
7. Menghitung nilai *Heat loss* gas kering cerobong
8. Menghitung *Heat loss* yang disebabkan adanya penguapan kadar air
9. Menghitung *Heat loss* karena penguapan kadar H₂O dalam bahan bakar
10. Menghitung *Heat loss* karena kadar air dalam udara
11. Menghitung Efisiensi Boiler dengan metode *input-output*.
12. Menghitung jumlah kebutuhan bahan bakar ampas tebu.
13. Menghitung kuantitas tebu yang diproduksi untuk memenuhi kebutuhan bahanbakar ampas tebu.
14. Setelah didapatkan data dari analisa perhitungan ampas tebu sebagai bahan bakar boiler. Langkah berikutnya yaitu, data-data yang sudah diperoleh kemudian dibuat dalam bentuk tabel.

PEMBAHASAN

1. Nilai kalor dalam ampas tebu

Diketahui: % Pol Ampas = 1,49 %
 % Zat Kering Ampas = 49,93 %
 $NCV = 4250 - 10s - 45w$ kkal
 $= 4.250 - 10(0,0149) - 45 \times (100 - 49,93)$
 $= 4.250 - 0,149 - 2263$
 $= 1.996,7$ kkal/kg
 $= 8.309,4$ kJ/kg
 $GCV = 4.550 - 10S - 48w$ kkal
 $= 4.550 - 10(0,0149) - 48 \times (100 - 49,93)$
 $= 4.550 - 0,149 - 2.414$
 $= 2.146,4$ kkal/kg
 $= 8.978,8$ kJ/kg
NCV = 1996,7 kkal/kg
GCV = 2146,4 kkal/kg

2. Komposisi kimia ampas tebu kering

Tabel 1. Data kandungan komposisi kimia ampas tebu

| No | Komposisi | Jumlah |
|----|------------|--------|
| 1 | Carbon % | 23,3 |
| 2 | Hydrogen % | 3,2 |
| 3 | Oxygen % | 21,8 |
| 4 | Ash % | 1,24 |

| | | |
|---|--------------------|-------|
| 5 | H ₂ O % | 50,07 |
|---|--------------------|-------|

3. Persen udara teoritis

$$U_t = \frac{[(11.43 \times C) + (34.5 \times (H_2 - \frac{O_2}{8})) + (4.32 \times S)]}{100}$$

$$= \frac{[(11.43 \times C) + (34.5 \times (3.24 - \frac{21.9}{8})) + (4.32 \times 0)]}{100}$$

$$= \frac{[(11.43 \times 23.4) + (34.5 \times (3.24 - \frac{21.9}{8})) + (4.32 \times 0)]}{100}$$

$$= \frac{[(267.31) + (17.33) + (0)]}{100}$$

= 2,85 kg udara/kg BB

4. Massa udara aktual

$$U_s = U_t (1 + EA)$$

$$= 2,85 (1 + 0,3)$$

= 3,705 kg/kg BB

5. Heat loss teoritis

a. Persentase heat loss karena gas kering cerobong

Tabel 2. Data Komposisi Gas Buang

| No | Komponen | Jumlah |
|----|---------------------|---------|
| 1 | CO ₂ (%) | 12-14 |
| 2 | CO (%) | 1 |
| 3 | O ₂ (%) | 5 |
| 4 | Suhu Gas Buang (C) | 200-260 |

Heat loss

$$\text{gas buang} = \frac{m \times c_p \times (T_f - T_a)}{GCV_{\text{bahan bakar}}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.705 \times 0.23 \times (250 - 30)}{2.146 \text{ kkal/kg}} \times 100\%$$

$$= 0.087 \times 100\%$$

= 8.7%

b. Persentase heat loss penguapan H₂ bahan bakar

Heat

$$\text{loss H}_2 = \frac{9 \times H_2 (584 + C_p (T_f - T_a))}{GCV_{\text{bahan bakar}}} \times 100\%$$

$$= \frac{9 \times 0,033 (584 + 0,45 (250 - 30))}{2.146 \text{ kkal/kg}} \times 100\%$$

= 9.4%

c. Persentase Heat loss karena penguapan kadar air dalam bahan bakar

Heat

$$\text{loss H}_2O = \frac{M (584 + C_p (T_f - T_a))}{GCV_{\text{bahan bakar}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,5 (584 + 0,45 (250 - 30))}{2.146 \text{ kkal/kg}} \times 100\%$$

= 15.9%

d. Persentase Heat loss karena kadar air dalam udara

Heat

$$\text{Loss H}_2\text{O} = \frac{\text{AAS} \times \text{faktor kelembaban} \times C_p (T_f - T_a)}{\text{GCV}_{\text{bahanbakar}}}$$

$$= \frac{3.705 \times 0.0193 \times 0.45(250 - 30)}{2146.6 \text{ kcal/kg}}$$

$$= \mathbf{0.32\%}$$

e. Efisiensi Boiler

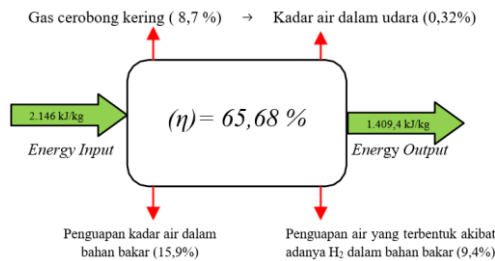
Efisiensi boiler

$$(n) = 100 - (L1 + L2 + L3 + Ln)$$

$$= 100 - (8,7 + 9,4 + 15,9 + 0,32)$$

$$= \mathbf{65,68\%}$$

Dalam produksi gula di PG Krobot Baru II Malang pada tahun 2018 perhitungan efisiensi sebesar 65,68 % dapat dicapai dari nilai GCV ampas tebu sebesar 2.146 kkal/kg. Nilai efisiensi boiler dapat ditingkatkan seiring menurunnya nilai % pol ampas dan meningkatnya zat kering ampas dengan mengurangi kandungan air dalam ampas yang dihasilkan dengan melakukan proses pengolahan ampas tebu tertentu agar nilai kalor ampas tebu meningkat.



Gambar 1. Neraca kalor boiler

f. Kebutuhan bahan bakar ampas tebu untuk boiler Yoshimine H- 2700 dan Maxitherm

1. Boiler Yoshimine H-2700 (Kapasitas 80 Ton dan tekanan kerja 24 Bar)

$$q = \frac{Q \times (h_1 - h_0)}{\eta \times \text{GCV}_{\text{bb}}}$$

$$= \frac{64000 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (3116.42 - 436.6) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{0.656 \times 8.978 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$= \mathbf{29125.4 \text{ kg/jam}}$$

2. Boiler Maxitherm (Kapasitas 70 Ton dan tekanan kerja 46 Bar)

$$q = \frac{Q \times (h_1 - h_0)}{\eta \times \text{GCV}_{\text{bb}}}$$

$$= \frac{56000 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (3353.9.42 - 436.6) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{0.656 \times 8.978 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$= \mathbf{27740.8 \text{ kg/jam}}$$

Total kebutuhan ampas untuk kedua boiler yang beroperasi :
 = 29.125,4 + 27.740,8
 = 56.866 kg/jam

g. Kekurangan bahan bakar dalam produksi gula pada tahun 2018

Total ampas yang dihasilkan:

$$= 176.763 \text{ Ton}$$

Kebutuhan bahan boiler

$$= 56866 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam} \times 153 \text{ hari}$$

$$= 208811952 \text{ kg}$$

$$= 208812 \text{ Ton}$$

Jumlah kekurangan ampas tebu sebanyak:

$$= 208.812 \text{ Ton} - 176.763 \text{ Ton}$$

$$= 32.049 \text{ Ton}$$

$$= \mathbf{8,7 \text{ ton/jam}}$$

h. Jumlah Ampas tebu ideal

Untuk mencukupi kebutuhan bahan boiler jika menganalisa dari ampas tebu yang digunakan terdapat dua cara yaitu dengan meningkatkan persen ampas dan mengurangi jumlah kandungan air dalam ampas. Kedua cara tersebut dapat dilakukan di proses penggilingan tebu dengan mengatur roll penggiling tebu dan pengaturan aliran air imbibisi.

1. Analisa persen ampas yang dihasilkan pada tahun 2018 dan ampas ideal.

Tabel 3. Analisa persen ampas yang dihasilkan

| No | Kandungan persen ampas (%) | Ampas yang dihasilkan (Ton) | Ampas sisa/ kurang (Ton) |
|----|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | 24 | 176.763 | -32.049 |
| 2 | 28,5 | 209.906 | + 1.094 |

Nilai persen ampas ini menjadi salah satu penyebab kekurangan bahan bakar di boiler. Nilai persen ampas yang rendah akibat masih banyaknya serat ampas yang terbawa oleh ampas blotong menjadi salah satu penyebab menurunnya jumlah ampas yang dihasilkan. Sehingga pabrik harus senantiasa memperhatikan nilai persen ampas agar ampas yang dihasilkan dapat tercukupi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler.

2. Analisa kandungan air dalam ampas yang dihasilkan pada tahun 2018

Tabel 5. Analisa kandungan air pada ampas produksi tahun 2018

| Boiler | Kandungan Air (%) | Efisiensi (%) | Jumlah (kg/jam) |
|-------------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| <i>Yoshimine H-2700</i> | 50,07 | 65 | 29.125 |
| <i>Maxitherm</i> | 50,07 | 65 | 27.740 |
| Jumlah | | | 56.865 |

Tabel 4. Analisa kandungan air pada ampas dalam kondisi ideal

| Boiler | Kandungan Air (%) | Efisiensi (%) | Jumlah (kg/jam) |
|-------------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| <i>Yoshimine H-2700</i> | 45 | 70 | 24.502 |
| <i>Maxitherm</i> | 45 | 70 | 23.336 |
| Jumlah | | | 47.838 |

Dengan menurunkan kadar air sebesar $\pm 5\%$ dapat

meningkatkan efisiensi boiler dari 65 % menjadi 70 % sehingga mengurangi jumlah konsumsi bahan bakar dari 56.865 kg/jam menjadi 47.838 kg/jam sehingga total kebutuhan ampas adalah 175.661 Ton dan menghasilkan surplus sebanyak 300 kg/jam.

i. **Perbandingan kebutuhan bahan bakar ampas tebu produksi gula tahun 2018 (aktual) dan ampas tebu dalam kondisi ideal**

Tabel 6. Analisa perbandingan ampas yang dihasilkan tahun 2018 dan ampas ideal

| Ampas tebu | Kandungan Air (%) | Efisiensi (%) | Jumlah (kg/jam) |
|------------|-------------------|---------------|-----------------|
| 2018 | 50,07 | 65 | 56.865 |
| Ideal | 45 | 70 | 47.838 |

Dari tabel hasil analisa yang didapatkan ampas tebu produksi gula PG Kribet Baru II Malang tahun 2018 didapat data sebagai berikut :

- Total tebu digiling sebesar 736.515 Ton
 - Total ampas yang dihasilkan 176.763.000 kg dari persen ampas sebesar 24 %
 - Nilai NCV 1.996,7 kkal/kg dan GCV sebesar 2.146,4 kkal/kg didapat dari nilai zat kering ampas sebesar 49,93% dan pol ampas sebesar 1,46%
 - Efisiensi Boiler ditinjau dari input dan output sebesar 65,68%
 - Total kebutuhan bahan bakar boiler *Yoshimine* dan *Maxitherm* sebesar 56.865 kg ampas/jam
 - Kekurangan bahan bakar sebesar 32.049 Ton
- Dengan mengurangi kandungan

air dalam ampas dari 50 % menjadi 45% di dapat hasil sebagai berikut:

- Pengurangan konsumsi bahan bakar dari 56.865 kg ampas/jam menjadi 47.838 kg ampas/jam
- Peningkatan efisiensi boiler dari 65,68 % menjadi 70 %
- Menghasilkan surplus ampas tebu sebesar 300 kg/jam dari kekurangan ampas sebesar 8,7 Ton/jam pada produksi gula tahun 2018

Dengan menaikkan nilai persen ampas dari 24 % menjadi 28,5 % didapat hasil sebagai berikut :

- Menghasilkan surplus ampas tebu sebesar 297 kg/jam dari kekurangan ampas sebesar 8,7 Ton/jam pada produksi gula tahun 2018

PENUTUP

Kesimpulan

Pada produksi gula tahun 2018 di PG Krebet Baru dari perhitungan analisa didapat pabrik mengalami kekurangan bahan bakar total sebesar 32.049 Ton maka terdapat dua metode untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu :

Dengan mengurangi kandungan air dalam ampas dari 50 % menjadi 45 % di dapat hasil sebagai berikut:

- Peningkatan efisiensi boiler dari 65,68 % menjadi 70 %
- Pengurangan konsumsi bahan bakar dari 56.865 kg ampas/jam menjadi 47.838 kg ampas/jam
- Menghasilkan surplus ampas tebu sebesar 300 kg/jam dari kekurangan ampas sebesar 8,7 Ton/jam pada produksi gula tahun 2018

Dengan menaikkan nilai persen ampas dari 24 % menjadi 28,5 % didapat hasil sebagai berikut :

- Menghasilkan surplus ampas tebu sebesar 297 kg/jam dari kekurangan ampas sebesar 8,7 Ton/jam pada

produksi gula tahun 2018

Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, masih terdapat beberapa kelemahan yang mungkin bisa digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya, diantaranya:

1. Data pembanding perlu ditambah, agar perhitungan dapat lebih akurat
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan analisa terhadap aspek ekonomi dan lingkungan

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, James CP. 1985. Cane Sugar Handbook, Huston: Wiley Interscience Publication.
- Cortez, L.A.B., Gomez, E.O., 1998. A method analysis of sugar cane bagasse boiler, Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 15 no. 1
- Henry, Yose, 2010. Analisa efisiensi CFB Boiler terhadap kehilangan panas pada pembangkit listrik tenaga uap. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana.
- Hugot, 1986. Handbook of Cane Sugar Engineering, Elsevier, Amsterdam – Oxford
- Hugot, 1986. In Java the formula of von van der Horst'7 Handbook of cane sugar Engineering. Sugar, 920