

PENENTUAN EFISIENSI *BOILER* DENGAN MENGGUNAKAN METODE LANGSUNG DI PT X LUMAJANG

Dila Aprilia, Hardjono

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
dilaaprilia005@gmail.com, [hardjono@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Energi panas dalam hal ini berupa uap panas (*steam*) yang digunakan untuk kebutuhan produksi di PT X Lumajang berasal dari *boiler*. Bahan bakar untuk *boiler* yang digunakan di PT X Lumajang adalah oli bekas yang sudah di *treatment*. Dalam penggunaannya, oli bekas menyebabkan timbulnya kerak pada alat yang membuat *boiler* tersebut harus melakukan *maintenance* setiap dua minggu sekali. Tujuan penelitian ini untuk menghitung efisiensi *boiler* dengan menggunakan metode langsung. Selain itu, karena keterbatasan instrumentasi seperti *steamflow* dan juga belum pernah dilakukannya perhitungan pasti mengenai nilai efisiensi *boiler*, sehingga perlu adanya penelitian terkait parameter waktu untuk *maintenance*. Metodologi penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif dimana nantinya didapatkan hasil nilai maksimal dan minimal dari efisiensi *boiler*. Berdasarkan hasil perhitungan untuk nilai efisiensi *boiler* di PT X Lumajang dengan metode langsung sebesar 84,710% apabila produksi uap maksimal. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kinerja *boiler* pada PT X Lumajang sudah cukup efisien, hal itu dikarenakan proses *maintenance* yang cukup rutin. Apabila produksi uap minimal yaitu sebesar 52,76% itu artinya *boiler* sudah harus melakukan *maintenance* karena kinerja *boiler* menurun akibat timbulnya kerak.

Kata kunci: *Boiler, Oli Bekas, Efisiensi*

ABSTRACT

Thermal energy, in this case, is in the form of steam used for production needs at PT X Lumajang from the boiler. The fuel for the boiler used at PT X Lumajang is used oil that has been treated. In its use, used oil causes scale to form on the equipment, which makes the boiler have to do maintenance every two weeks. The purpose of this study is to calculate boiler efficiency using the direct method. In addition, due to the limitations of instrumentation such as steam flow and no exact calculation of the boiler efficiency value, it is necessary to conduct research related to time parameters for maintenance. This research methodology is a type of quantitative research where the maximum and minimum values of boiler efficiency will be obtained. Based on the calculation results for the boiler efficiency value at PT X Lumajang with the direct method of 84.710%, if the steam production is maximum. These results indicate that the performance of the boiler at PT X Lumajang is quite efficient, this is due to the fairly routine maintenance process. If the minimum steam production is 52.76%, it means that the boiler has to carry out maintenance because the boiler's performance has decreased due to the emergence of scale.

Keywords: *Boiler, Used Oil, Efficiency*

1. PENDAHULUAN

PT X Lumajang merupakan pabrik penghasil bioetanol di Indonesia. Bioetanol merupakan etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi bahan baku nabati. Bahan baku yang dimaksudkan meliputi bahan baku sumber pati, bahan baku sumber gula, dan bahan baku sumber serat [1]. Pada PT X Lumajang bahan baku yang digunakan adalah tetes tebu.

Sebelum menjadi sebuah produk, tetes tebu tersebut harus melalui proses fermentasi dan juga proses distilasi. Proses distilasi merupakan proses yang berperan penting untuk menghasilkan produk dalam hal ini etanol. Distilasi atau penyulingan merupakan metode pemisahan berdasarkan tingkat volatilitas bahan [2]. Dalam proses distilasi memerlukan energi panas yang digunakan untuk memisahkan bahannya. Energi panas yang ada di PT X Lumajang berasal dari *boiler*. *Boiler* merupakan instrument alat yang paling penting dalam proses penyedia uap panas (*steam*) [3]. *Boiler* merupakan sebuah bejana tertutup dimana didalamnya terjadi reaksi pembakaran yang berasal dari pemanasan air menjadi *steam*. *Steam* pada suatu tekanan tertentu dapat digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jenis air dan bahan bakar yang digunakan mempengaruhi tingkat efisiensi *boiler* itu sendiri. Pada PT X Lumajang jenis *boiler* yang digunakan adalah tipe *fire tube*.

Bahan bakar *boiler* yang dapat digunakan untuk memproduksi uap ada bermacam-macam, seperti batubara, gas LNG, solar, oli bekas, residu dan lain-lain. Penggunaan bahan bakar mempengaruhi kinerja *boiler*. Kinerja *boiler* dapat diketahui dengan menghitung nilai efisiensi pembakaran [4]. Pada PT X Lumajang bahan bakar yang digunakan adalah oli bekas. Penggunaan oli bekas memiliki keuntungan dalam segi biaya. Namun, apabila ditinjau dari segi lainnya seperti nilai efisien penggunaan bahan bakar belum diketahui. Oli bekas termasuk dalam limbah B3 dikarenakan oli bekas mengandung hasil sisa pembakaran yang bersifat asam, korosif dan logam-logam berat yang bersifat karsiogenik. Apabila limbah oli bekas tumpah di tanah maka akan mempengaruhi unsur air, tanah, dan berbahaya bagi lingkungan [5].

Pembakaran yang menggunakan bahan bakar oli bekas tidak mampu mencapai pembakaran seperti solar atau bensin. Oleh sebab itu oli bekas membutuhkan *treatment* agar dapat digunakan sebagai bahan bakar [6]. Berdasarkan beberapa pernyataan diatas, perlu adanya pengkajian dan penanganan tentang studi dan analisis penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar *boiler* di PT X Lumajang. Hal ini mengacu pada nilai efisiensi penggunaan bahan bakar yang diharapkan dapat dilakukan tindak lanjut yang berdampak pada peningkatan kinerja *boiler*. Sebelumnya di PT X Lumajang tidak pernah dilakukan identifikasi mengenai nilai efisiensi pada *boiler* yang digunakan. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui nilai efisiensi *boiler* dengan metode langsung.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui nilai efisiensi *boiler* dengan metode langsung. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut. Pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pembimbing dan karyawan pabrik khususnya pada stasiun *boiler*, serta mencari dokumen tertulis baik berupa jurnal maupun buku sebagai referensi dalam menulis penelitian ini. Pada PT X Lumajang memiliki keterbatasan instrumentasi contohnya *steam flow* pada stasiun *boiler*, sehingga tidak dapat diketahui nilai produksi *steam*. Hal ini menyebabkan proses analisa dan perhitungan tidak dapat dilakukan secara pasti. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan perhitungan efisiensi *boiler* menggunakan metode langsung. Pada perhitungan efisiensi *boiler* menggunakan metode langsung, beberapa data yang diperlukan yaitu jumlah *steam* yang dihasilkan (Q), konsumsi bahan bakar (q), *heating value* (GCV), suhu dan tekanan *steam* yang dihasilkan. Akan tetapi, karena keterbatasan instrumentasi berupa

steam flow, maka nilai Q diasumsikan dengan kebutuhan uap pada setiap alat. Sehingga rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi *boiler* dengan metode langsung adalah sebagai berikut :

$$\eta = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{q \times \text{CGV}} \times 100.00\% \quad (1)$$

Keterangan:

Q	=	Jumlah hasil <i>steam</i> (kg/jam)
Q	=	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)
H _g	=	Entalpi <i>steam</i> jenuh (kkal/kg)
H _f	=	Entalpi air umpan (kkal/kg)
CGV	=	Nilai Panas Kotor Bahan Bakar (kkal/kg)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan

Kebutuhan *steam* yang ada di PT X Lumajang seperti yang ada di tabel 1 dan tabel 2, untuk kondisi *input* dan *output boiler* sesuai pada tabel 3, sedangkan untuk nilai entalpi berada pada tabel 4.

Tabel 1. Data 1 kebutuhan *steam* per hari

Stasiun	Uraian	Kebutuhan	
		Per jam (kg)	Per hari (kg)
Bahan Baku	<i>Mixing Tank</i>	700	16.800
Fermentasi	Tangki Air Panas	350	8.400
	<i>Mash Coloumn</i>	1.470	35.280
Distilasi	<i>Pre-Running and Sparepart Column</i>	370	8.880
	<i>Rectifying Coloumn</i>	800	19.200
	<i>Alcohol Coloumn</i>	250	6.000
	Jumlah (kg)	3.940	94.560
	Jumlah (ton)	3,94	94,56

Tabel 2. Data 2 kebutuhan *steam* per hari

Stasiun	Uraian	Kebutuhan	
		Per jam (kg)	Per hari (kg)
Bahan Baku	<i>Mixing Tank</i>	700	16.800
Fermentasi	Tangki Air Panas	350	8.400
	<i>Mash Coloumn</i>	1.47	35.280
Distilasi	<i>Pre-Running and Sparepart Column</i>	370	8.880
	<i>Rectifying Coloumn</i>	800	19.200
	<i>Alcohol Coloumn</i>	250	6.000
	Jumlah (kg)	2.471,74	59.321,76
	Jumlah (ton)	2,47174	59,32176

Tabel 3. Kondisi *input* dan *output* boiler

Kondisi							
Input				Output			
Tekanan Air	1	atm	1,0332	kg/cm ²	Tekanan <i>Steam</i>	5	kg/cm ²
Suhu Air	60	oC	60	oC	Suhu <i>Steam</i>	150	oC

Tabel 4. Nilai entalpi

Bahan	Saturated Liquid				Saturated Vapor			
Air (60°C)	251,1	kJ/kg	59,9742	kcal/kg	2609,7	kJ/kg	623,3161	kcal/kg
<i>Steam</i> (150°C)	632,1	kJ/kg	150,975	kcal/kg	2745,4	kJ/kg	655,7275	kcal/kg

Properties oli bekas

CGV = 19.317 Btu/lb

= 10.738.848 kkal/kg

Densitas = 0,8808 kg/liter

Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar = 250 liter/jam

= Volume × ρ

= 250 liter/jam × 0,8808 kg/liter

= 220 kg/jam

Perhitungan efisiensi *boiler* data 1

$$\eta = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{q \times \text{CGV}} \times 100.00\%$$

$$\eta = \frac{3940 \times (655,728 - 150,975)}{220,2 \times 10738,848} \times 100.00\%$$

$$\eta = \frac{1988726.82}{2364694.33} \times 100.00\%$$

$$\eta = 0.841007988 \times 100.00\%$$

$$\eta = 84.10\%$$

Perhitungan efisiensi *boiler* data 2

$$\eta = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{q \times \text{CGV}} \times 100.00\%$$

$$\eta = \frac{2471,74 \times (655,728 - 150,975)}{220,2 \times 10738,848} \times 100.00\%$$

$$\eta = \frac{1247618.18}{2364694.33} \times 100.00\%$$

$$\eta = 0.527602306 \times 100.00\%$$

$$\eta = 52.76\%$$

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan data 1 yang mana merupakan uap maksimal yang dihasilkan didapatkan nilai efisiensi *boiler* sebesar 84,10%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *boiler* PT X cukup efisien. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa pada *range* 70-90% kinerja *boiler* dapat dikatakan efisien. Sedangkan apabila menggunakan data 2 yang mana merupakan uap minimal yang dihasilkan didapatkan nilai efisiensi *boiler* sebesar 52,76%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *boiler* dikatakan tidak efisien. Hal ini dikarenakan *boiler* dapat dikatakan efisien apabila nilai efisiensinya berada pada *range* 70-90% [7].

Pada dasarnya oli bekas termasuk dalam limbah B3 dikarenakan oli bekas mengandung hasil sisa pembakaran yang bersifat asam, korosif, dan logam-logam berat yang bersifat karsiogenik. Pembakaran yang menggunakan bahan bakar oli bekas tidak mampu mencapai pembakaran seperti solar atau bensin. Oleh sebab itu oli bekas membutuhkan *treatment* terlebih dahulu agar dapat digunakan sebagai bahan bakar. Akan tetapi, oli bekas yang didapatkan PT X Lumajang berasal dari PT Surabaya Maju telah melalui proses *treatment* terlebih dahulu. *Treatment* tersebut menyebabkan penggunaan oli bekas terhadap kinerja *boiler* dalam menghasilkan *steam* cukup efisien.

Berdasarkan dua nilai efisiensi yang didapatkan, apabila efisiensi *boiler* yang dihasilkan sebesar 52,76% yang mana menunjukkan bahwa produksi uap menurun, maka *boiler* perlu dilakukan proses *maintenance*. Pada PT X Lumajang, stasiun *boiler* dilakukan *maintenance* dalam dua minggu sekali. Hal ini ditandai dengan terbentuknya kerak pada pipa api yang dapat menyebabkan penyumbatan dan penurunan kinerja *boiler*. Berdasarkan literatur yang didapatkan, terbentuknya kerak disebabkan oleh komponen yang terkandung dalam oli bekas seperti logam-logam berat yang bersifat karsiogenik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar *boiler* pada PT X Lumajang dinilai cukup efisien. Proses *maintenance* yang dilakukan dalam waktu dua minggu sekali menyebabkan kinerja *boiler* cukup efisien. *Maintenance* dilakukan apabila produksi uap menurun dimana efisiensi *boiler* sebesar 52,76%. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi *boiler* dengan metode langsung sebesar 84,710% apabila produksi uap maksimal dan 52,76% apabila produksi uap minimal.

4.2 Saran

PT X Lumajang sebaiknya melengkapi setiap stasiun dengan berbagai alat instrumentasi seperti *steam flow*, alat pengukur suhu, flowmeter, dan lain sebagainya. Selain itu, PT X Lumajang sebaiknya juga menyediakan *logbook* untuk mencatat setiap kondisi operasi di setiap stasiun yang berguna untuk melakukan evaluasi terhadap kondisi kinerja alat tersebut.

REFERENSI

- [1] Siswati, N. D., Dara, P. S., Wardana, R. A., 2017, *Fermentasi buah sukun menjadi bioetanol*, Jurnal Teknik Kimia, 11(2), 56–59.

- [2] Rizaldi, R. I., Sindhuwati, C., 2020, *Studi Kasus: Pengaruh Suhu Terhadap Fraksi Massa Top Product Pada Pemisahan Propil Asetat Menggunakan Kolom Distilasi*, Distilat Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 6, No. 2, 130–136.
- [3] Yusrin, M., Sonya, A., 2020, *Analisis Ekonomi Boiler Water Tube Pada Pabrik Triasetin Dari Asam Asetat Dan Gliserol*, Distilat Jurnal Teknologi Separasi, 6(9), 198–206.
- [4] Sugiharto, A., 2020, *Perhitungan Efisiensi Boiler Dengan Metode Secara Langsung pada Boiler Pipa Api*, Maj. Ilm, Swara Patra 10, 51–57.
- [5] Fitriawan, D., 2010, *Studi Pengelolaan Limbah Padat & Limbah Cair Pt X - Pasuruan Sebagai Upaya Penerapan Proses Produksi Bersih Study of Solid & Liquid Waste Management At Pt X - Pasuruan As the Effort of Implementation*, Jurnal Teknik Lingkungan, 1–12.
- [6] Hidayat, A.R., Basyirun, B., 2020, *Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kompiler Pengecoran Logam Terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal pada Pembakaran*, Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin 5, 103–108.
- [7] Asmudi, 2012, *Analisa Unjuk Kerja Boiler Terhadap Penurunan Daya Pada PLTU PT, Indonesia Power UBP Perak*, Energi Lingkungan, 1-15.