

Deteriorasi Kinerja Ketel Uap Takuma N1300 SA Terhadap Waktu Operasional Pada Sistem Pengolahan Kelapa Sawit dengan Kapasitas 90 Ton TBS/Jam

Muhammad Arifin¹, Hary Wibowo², A.A. Putu Susastriawan³

¹Program Studi Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
e-mail: harywib@akprind.ac.id

ABSTRACT

Boiler has a very important role in the palm oil industry, to produce steam that is used as the working fluid and the heating medium for various domestic purposes until the processing of palm oil. In the present study regarding the decreased efficiency of the boiler to boiler operation time itself using a boiler with a brand Takuma N1300 SA with Max. Steam Evaporation 45,000 kg / hr boiler with Takuma N1300 models use fuel SA Palm Wastes ie fibers and the shell with fuel consumption of 15 000 kg / h. While the results of research on the boiler Takuma N1300 SA is known drop in boiler efficiency against operating time is influenced by many factors such as, the crust on the pipes, the water content in the fuel, heat loss, and others. So the longer the boiler also operates the smaller the resulting efficiency. So the need for regular maintenance and replacement of components that are not functioning optimally.

Keywords: Boiler, Takuma N1300 SA, Fuel, Performance Deterioration

INTISARI

Ketel uap atau *boiler* memiliki peranan yang sangat penting didalam industri minyak kelapa sawit, untuk menghasilkan uap panas yang digunakan sebagai fluida kerja maupun media pemanas untuk berbagai macam keperluan rumah tangga sampai dengan proses pengolahan minyak kelapa sawit. Pada penelitian kali ini mengenai penurunan efisiensi *boiler* terhadap waktu operasional *boiler* itu sendiri menggunakan *boiler* dengan merk Takuma N1300 SA dengan Max. Steam Evaporation 45.000 kg/jam, *boiler* dengan model Takuma N1300 SA menggunakan bahan bakar Palm Wastes yaitu serabut (*fiber*) dan cangkang (*shell*) dengan konsumsi bahan bakar 15000 kg/jam. Sedangkan hasil dari penelitian pada *boiler* Takuma N1300 SA diketahui penurunan efisiensi *boiler* terhadap waktu operasional dipengaruhi banyak faktor seperti, timbulnya kerak pada pipa-pipa, kandungan air dalam bahan bakar, kerugian kalor, dan lain-lain. Sehingga semakin lama *boiler* tersebut beroperasi semakin kecil juga efisiensi yang dihasilkan. Sehingga diperlukannya perawatan berkala dan penggantian komponen yang sudah tidak berfungsi secara maksimal.

Kata Kunci: Boiler, Takuma N1300 SA, Bahan Bakar, Penurunan Efisiensi

PENDAHULUAN

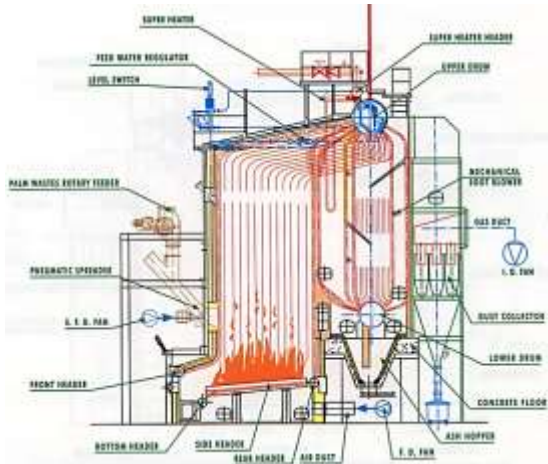
Ketel uap atau yang sering disebut *boiler*, yaitu suatu komponen yang berfungsi sebagai tempat untuk menghasilkan uap, yang energi kinetiknya dimanfaatkan untuk memutar turbin. Air merupakan media utama yang diolah didalam *boiler* yang selanjutnya akan diproses untuk menghasilkan *steam*. Sistem *boiler* terdiri dari sistem air umpan, sistem *steam* dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air secara otomatis sesuai dengan kebutuhan *steam*. Air umpan merupakan air yang disuplai ke *boiler* untuk diubah menjadi *steam*. Sistem *steam* berfungsi mengumpulkan dan mengontrol produksi *steam* dalam *boiler*. Sistem bahan bakar adalah, semua peralatan yang digunakan untuk

menyediakan bahan bakar sehingga *boiler* dapat menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang digunakan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan. Uap yang dihasilkan *boiler* mempunyai temperatur dan tekanan tertentu sehingga dapat bersifat seefisien mungkin untuk digunakan. Energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem *boiler* memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang menentukan pemanasan *steam* yang akan digunakan.

METODE PENELITIAN

Adapun alat uji dan alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Boiler Takuma N1300 SA*
Boiler Takuma N1300 SA merupakan jenis *water tube boiler* dengan bahan bakar serabut (*fiber*) dan cangkang (*shell*) dengan komposisi penggunaan bahan bakar 3 : 1 dengan 70 % serabut dan 30 % cangkang. Adapun gambar *boiler Takuma N1300 SA* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. *Boiler Takuma N1300 SA*

2. *Manometer (Pressure Gauge)*
 Manometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara didalam ruang tertutup. Manometer yang digunakan pada ketel uap adalah manometer jenis zat cair. Manometer zat cair merupakan manometer jenis terbuka, pada manometer zat cair terdapat pipa U yang memiliki satu tabung terbuka dan satu tabung tertutup. Cairan dalam tabung dapat berupa air raksa, alkohol, ataupun air. Adapun gambar manometer zat cair dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Manometer Zat Cair

3. *Flowmeter*
Flowmeter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Alat ini terdiri dari *primary device*, yang disebut sebagai alat utama dan *secondary device* (alat bantu sekunder). *Flowmeter* pada umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu alat utama dan alat bantu sekunder. Alat utama menghasilkan suatu signal yang merespon terhadap aliran karena laju aliran tersebut telah terganggu. Alat bantu sekunder menerima signal dari alat utama lalu menampilkannya, merekam, dan mentransmisikannya sebagai hasil pengukuran dari laju aliran. Adapun gambar *flowmeter* dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3. *Flowmeter*

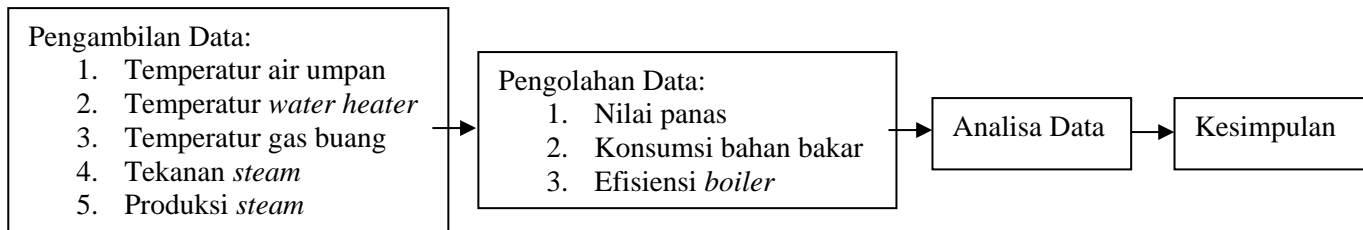
4. *Thermometer*
 Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur temperatur (suhu), ataupun perubahan temperatur. Istilah *thermometer* berasal dari bahasa latin *thermo* yang berarti panas dan *meter* yang berarti untuk mengukur. Adapun gambar *thermometer* dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 4. Thermometer

Adapun Gambar skema pengambilan dan analisa data boiler Takuma N1300 SA

dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Skema Pengolahan Data Boiler Takuma N1300 SA

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan secara bersamaan, yaitu temperatur air umpan, temperatur water heater, temperatur gas buang, tekanan steam, dan produksi steam. Pengambilan data dilakukan dengan melihat dan menulis angka yang telah ditunjukkan pada alat ukur

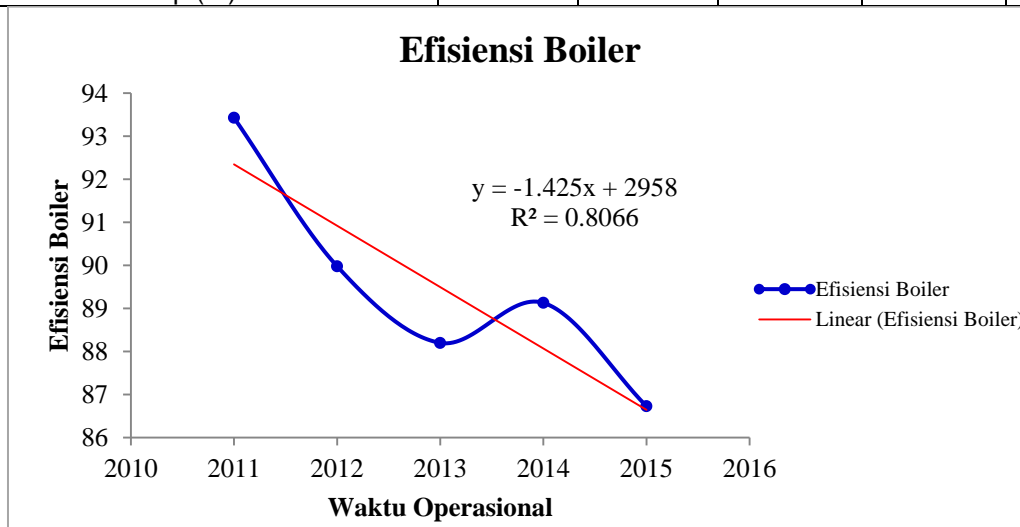
yang telah terpasang di boiler Takuma N1300 SA setiap jamnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dan analisa pada boiler Takuma N1300 SA dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengolahan dan Analisa Boiler Takuma N1300 SA

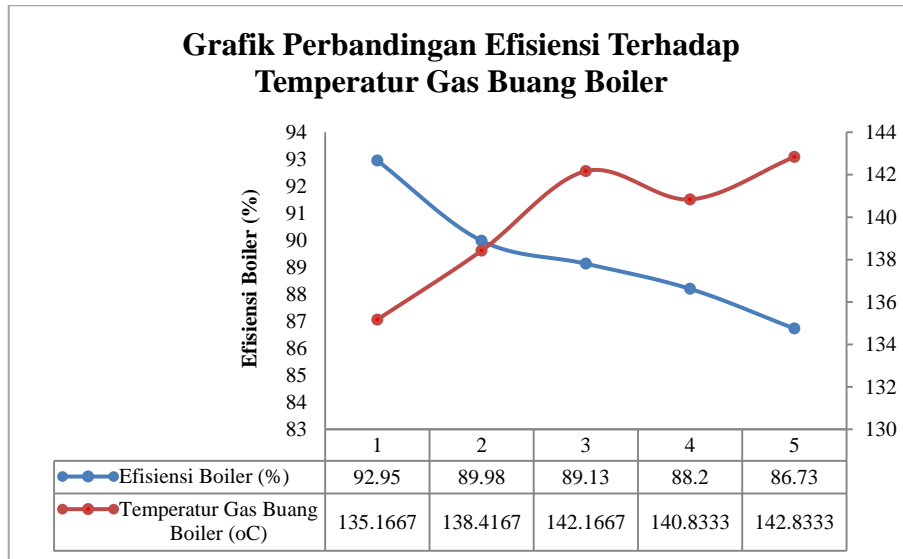
No	Uraian	Tahun Operasional Boiler				
		2011	2012	2013	2014	2015
1	Tekanan boiler (Kg/cm ²)	23.02838	22.01338	19.33351	20.01446	18.65234
2	Temperatur air (°C)	30	30	30	30	30
3	Temperatur daerator (°C)	33.41667	35.25	42.08333	37.08333	45.16667
4	Temperatur steam (°C)	230.7462	221.8333	231.5833	229.5833	230.1667
5	Temperatur feed water (°C)	105.5833	115.25	133.9167	115.25	138.0833
6	Temperatur gas buang keluar (°C)	135.1667	138.4167	142.1667	140.8333	142.8333
7	Temperatur gas buang masuk (°C)	152.6667	159.1667	189.9167	178.4167	196.9167
8	Produksi steam (kg/jam)	45000	45000	45000	45000	45000
9	Konsumsi bahan bakar (kg/jam)	8331,30	8345.089	8455.781	8398.193	8499.871
10	Enthalpi uap saturasi (kkal/kg)	669.29	669.26	668.8068	669.2	668.405
11	Enthalpi air temperatur saturasi (kkal/kg)	97.5492	114.8721	134.6272	124.9163	138.8693
12	Efisiensi ketel uap (%)	92.95	89.98	88.2	89.13	86.73



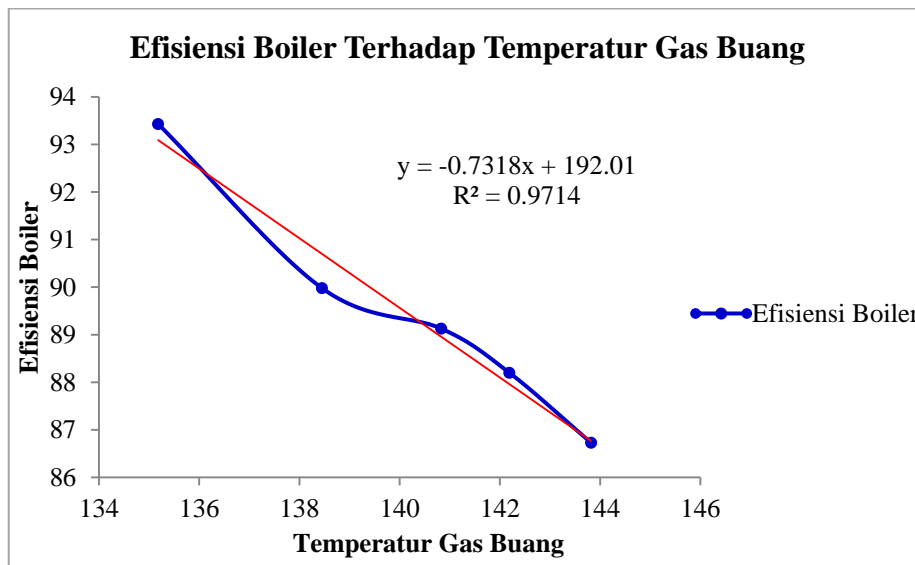
Gambar 6. Perbandingan Efisiensi Boiler Terhadap Waktu Operasional dengan Perhitungan Efisiensi Secara Tidak Langsung

Pada Gambar 6 dapat dilihat terjadi penurunan efisiensi mulai dari tahun 2011-2015. Pada tahun 2011 didapatkan efisiensi sebesar 93.43 % dan pada tahun 2015 terjadi penurunan efisiensi yang cukup besar yaitu sebesar 6.7 %. Penurunan efisiensi boiler terjadi akibat banyak faktor-faktor penyebabnya. Salah satu faktor penyebab

terjadinya penurunan efisiensi pada boiler diakibatkan kurangnya perawatan berkala yang dilakukan dan waktu operasional dari ketel uap itu sendiri. Sedangkan untuk mengetahui grafik perbandingan temperatur gas buang dengan efisiensi ketel uap dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 berikut ini.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Efisiensi Terhadap Temperatur Gas Buang Boiler



Gambar 8. Grafik Perbandingan Efisiensi Terhadap Temperatur Gas Buang Boiler

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 dapat terlihat adanya perbedaan temperatur gas buang yang terjadi terhadap efisiensi ketel uap. Pada grafik tersebut terlihat semakin rendah efisiensi pada ketel uap akan semakin tinggi temperatur pada gas buang ketel uap itu sendiri, dikarenakan panas yang dihasilkan tidak semuanya bisa dimanfaatkan

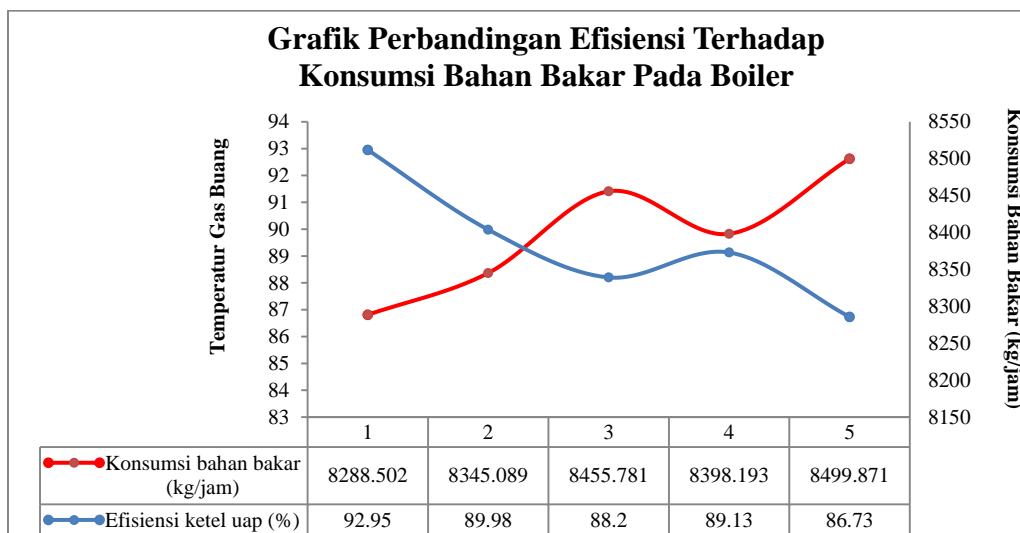
untuk memanaskan air, sehingga semakin besar panas yang terbuang melalui cerobong ketel uap. Apabila kebutuhan panas (kalor) pembentuk steam semakin tinggi maka suplai kalor dari bahan bakar akan semakin bertambah, sehingga kebutuhan bahan bakar juga akan semakin besar dan lebih boros. Pada tahun 2011 efisiensi sebesar

93.43 % dengan temperatur gas buang sebesar 135.18 °C dan pada tahun 2012 dengan efisiensi sebesar 89.98 % temperatur gas buangnya sebesar 138.45 °C, dari analisa data tersebut terjadi kenaikan temperatur gas buang sebesar 3.27 °C. Sehingga dari analisa data tersebut dapat disimpulkan semakin rendah efisiensi ketel uap akan semakin tinggi temperatur gas buang yang dihasilkan.

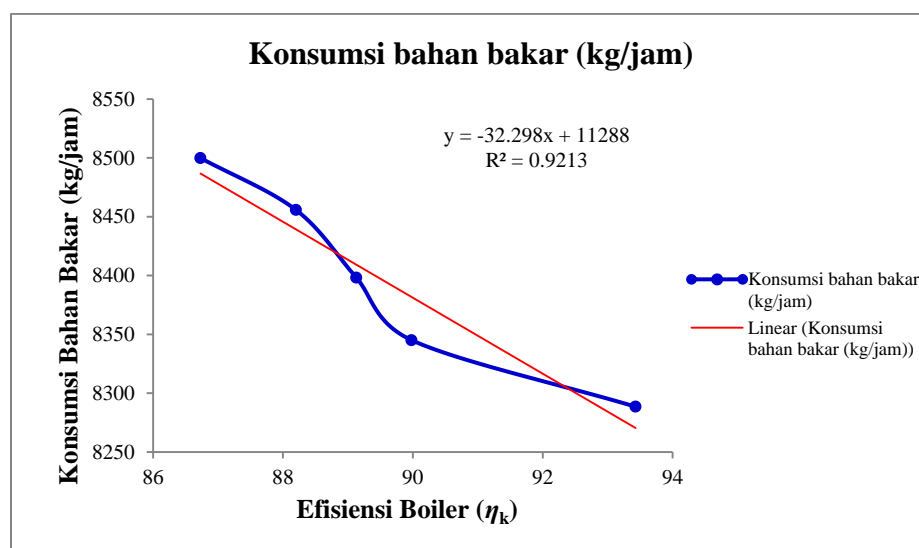
Pengamatan dan analisa yang dilakukan pada boiler Takuma N1300 SA di Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) PT. Padasa Enam Utama Kebun Koto Kampar Riau selama lima tahun terjadi penurunan efisiensi setiap tahunnya, dikarenakan banyak faktor-faktor penyebabnya. Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya penurunan efisiensi adalah sebagai berikut:

- Waktu operasional boiler.
- Perawatan (*maintenance*) yang dilakukan.
- Prosedur pengoperasian yang dilakukan operator.
- Bahan bakar yang digunakan.
- Air umpan yang digunakan.
- Timbulnya kerak pada pipa-pipa air boiler.

Sehingga untuk mengurangi terjadinya penurunan efisiensi yang cepat diperlukan perawatan berkala yang baik dan benar, pengoperasian boiler yang baik dan benar. Sesuai dengan SOP (Standar Operasional Pekerja) yang telah ditentukan. Sedangkan untuk mengetahui grafik perbandingan konsumsi bahan bakar dengan efisiensi ketel uap dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10 berikut ini.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Efisiensi Boiler Terhadap Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 10. Grafik Perbandingan Efisiensi Boiler Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Pada Gambar 9 dan Gambar 10 diatas dapat dilihat terjadi perubahan konsumsi bahan bakar terhadap efisiensi boiler Takuma N1300 SA. Perubahan konsumsi bahan bakar tersebut dipengaruhi oleh kinerja dari boiler tersebut, semakin rendah efisiensi boiler akan semakin tinggi konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Data pada tahun 2011 didapat efisiensi boiler sebesar 93.43 % dengan konsumsi bahan bakar 82.88.502 kg/jam, pada tahun 2012 efisiensi boiler sebesar 89.98 % dengan konsumsi bahan bakar 8345.089 kg/jam, tahun 2013 efisiensi boiler sebesar 88.2 % dengan konsumsi bahan bakar 8455.781 kg/jam, dari hasil analisa tersebut terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 167.279 kg/jam.

Pada tahun 2014 terjadi kenaikan efisiensi boiler sebesar 89.13 % dengan konsumsi bahan bakar sebesar 8398.193 kg/jam dibandingkan pada tahun 2013 dengan efisiensi sebesar 88.2 % dan konsumsi bahan bakar sebesar 8455.781 kg/jam. Kenaikan efisiensi boiler tersebut dikarenakan pada akhir bulan pada tahun 2013 dilakukan penggantian komponen-komponen yang sudah tidak bekerja dengan maksimal seperti pipa-pipa steam, pembersihan pada pemanas air mula, dan pompa-pompa yang sudah tidak bekerja dengan maksimal.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisa boiler Takuma N1300 SA pada PT. Padasa Enam Utama Kebun Koto Kampar Riau adalah sebagai berikut.

- a. Terjadi penurunan kinerja paling besar dari hasil analisa dan pengolahan data pada tahun 2015 yaitu sebesar 86.73 % dikarenakan banyak faktor penyebabnya salah satunya waktu operasinal boiler yang sudah lama dan kurangnya perawatan berkala yang diterapkan.
- b. Hasil analisa dan pengamatan pada boiler selama lima tahun dapat disimpulkan, semakin lama waktu operasional boiler tersebut, semakin menurun juga performa dari boiler itu sendiri, dikarenakan banyak faktor penyebabnya seperti timbulnya kerak-kerak pada pipa steam, menurunnya kinerja dari setiap komponen, dan lain-lain.
- c. Semakin tinggi temperatur pada gas buang akan semakin rendah efisiensi boiler tersebut, dikarenakan panas

yang dihasilkan dari proses pembakaran diruang bakar tidak dapat didistribusikan secara maksimal pada fluida yang berada didalam pipa-pipa, sehingga banyak panas yang terbuang ke cerobong asap.

DAFTAR PUSTAKA

- Atabani, A.E., Saidur, R., Silitonga, A.S., Mahlia, T.M.L., & Sebayang, A.H., 2013, "Energy Economical and Envirotment Analysis of Industrial Boiler Using Economizer", *International Journal of Energy Engineering (IJEE)*, Vol. 3, Iss. 1, PP, Hlm. 33 – 38.
- Birkett, H & Stein, J., 2008, "Energy Self-Sufficiency and Cogeneration in Louisiana Cane Sugar Factories", *Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists*, Volume 28-2008.
- Defrees, J., Rachel, S., ASHRAE Associate, Member., & Foote, J., 2007, "Condensing Economizers", *ASHRAE Journal, Energy Engineering*, Volume 105, Issue 5, 2008.
- Djokosetyardjo, MJ., 1987, *Ketel Uap*, Pradnya Paramitha; Jakarta
- Handoyo, Yopi., 2014, "Analisis Alat Penukar Kalor pada Ketel Uap", *Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 45 Bekasi*. ISBN: 978-602-70012-0-6.
- Harahap, Rivai, 2013, *Standar Operasional Prosedur (SOP) Bidang Teknik*, PT. Padasa Enam Utama Kebun Koto Kampar Riau, Jakarta.
- Jain, Amit Kumar., 2012, "An Approach towards Efficient Operating of Boilers", *Internasional Journal of Scientific & Engineering Research*, (ISSN 2229-5518), Volume 3, Issue 6, June-2012.
- Kumar, Revinder., Raju, V.R., Ravi, K.N., & Krishna, V.Ch., 2012, "Investigation of Improvement in Boiler Efficiency through Incorporation of Additional Bank of Tubes in the Economiser for Supereritical Steam Power Cycles", *International Journal of Engineering Research and Development*, (eISSN: 2278-067X, pISSN: 2278-800X), Volume 4, Issue 8 (November 2012), PP, 9-100.
- Muin, Syamsir. A., 1988, *Pesawat-pesawat Konversi Energi 1 (Ketel Uap)*, Rajawali Pres, Jakarta.
- Murni., 2011, *Mekanika Efisiensi Boiler Dengan Memanfaatkan Gas Buang Untuk Pemanas Ekonomiser*, *Jurnal*

- Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang.
- Soeparno., 1990, *Intruksi Pengoperasian Takuma Water Tube Boiler*, PT. Super Andalas Steel. Medan.
- Wiharja, dan Susanto. J.P., 2008, "Peningkatan Efisiensi Pembakaran Pada Boiler Melalui Penerapan Produksi Bersih", *Jurnal Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, United Nation Environment Programme (UNEP)*. ISSN: 1441-318X. Hal: 40-47.
- Yuliandi, Ferry., 2005, Analisa Performance Boiler Pipa Air Dengan Membandingkan Adanya Ekonomiser dan Tanpa Ekonomiser yang digunakan di Pabrik PKS Berkapasitas 40 Ton TBS/Jam, *Jurnal Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Medan.
- Bahrudin, Imam., 2014, "Peningkatan Efisiensi Boiler Dengan Menggunakan Economizer", PT. REA KALTIM PLANTATIONS, Kalimantan Timur. [Online] Available From: www.scribd.com/doc/250701231/peningkatanboiler.dengan.menggunakan.economizer, [Accessed: Sunday, 30 Mei 2016, 20:00].
- Departement Of Energy.U.S., 2012, "Consider Installing a Condensing Economizer, Advanced Manufacturing Office Energy Efficiency and Renewable Energy". [Online] Available From: www.eere.energy.gov, [Accessed: Sunday, 30 Mei 2016, 20:10].
- Dulong, dan Petit., 2013, "Hight Heating Value & Low Heating Value", [Online] Available From: <http://ariefvri.blogspot.com/2013/07/hh-v-danlhv.html>, [Accessed: Monday, 20 Juni 2016, 16:32]