

ANALISA TINGKAT EFESIENSI WATER TUBE PADA BOILER UNIT II MENGGUNAKAN METODE LANGSUNG

Dadang Ferdian¹, Herdi Susanto²

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Unuversitas Teuku Umar
Jl. Alu Peunyareng Ujong Tanoh Darat, Meurubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23615
e-mail: [1dadangfedi01@mail.com](mailto:dadangfedi01@mail.com), [2herdisusanto@utu.com.ac.id](mailto:herdisusanto@utu.com.ac.id)

Abstrak

Boiler atau ketel uap merupakan suatu bejana/wadah yang didalam nya berisi air atau fluida lain untuk di panaskan. Boiler juga mempunyai peranan penting dalam kelangsungan kerja pabrik kelapa sawit, yang fungsinya untuk menghasilkan uap/steam yang digunakan untuk membangkitkan listrik dan kebutuhan pabrik. Efisiensi pada boiler didapatkan dengan perbandingan panas dari proses pembakaran bahan bakar. Campuran bahan bakar yang di gunakan pada pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT . Socpindo Kebun Seunagan adalah fiber dan cangkang, dimana bahan bakar fiber 75% dan cangkang 25%, penelitian ini dilakukan pada PT . Socpindo Kebun Seunagan. Pengambilan data di lakukan selama tiga hari dengan lima jam perharinya.dan penelitian ini untuk mengetahui tingkat efisiensi boiler dengan menggunakan bahan bakar campuran fiber dan cangkang. Dari penelitian yang di ambil setiap jam nya selama tiga hari yaitu pada tanggal 21, 22, 23 april 2022 selama lima jam dari waktu awal beroperasi didapatkan nilai efisiensi tertinggi di hari ke tiga yaitu sebesar 94,5% dan terdapat nilai terendah di hari ke dua sebesar 62%. Dari hasil tersebut dipengaruhi oleh steam flow yang nilainya selalu berubah.

Kata kunci : ketel uap, water tube, efisiensi boiler, PT Socpindo

Abstract

Boiler or steam boiler is a vessel/container that contains water or other fluids to be heated. Boilers also have an important role in the continuity of the work of the palm oil mill, whose function is to produce steam which is used to generate electricity and the needs of comparing the heat from the fuel combustion process. The mixture of fuels used in the palm oil mill (PKS) PT. Socpindo Kebun Seunagan is fiber and shell, where 75% fiber fuel and 25% shell, this research was conducted at PT. Socpindo Kebun Seunagan gardens. Data collection was carried out for three days with five hours per day. And this study was to determine the value of boiler efficiency using a mixture of fiber and shell fuel. From the research that was taken every hour for three days, namely on 21, 22, 23, april 2022 for five hours from the initial time of operation, the highest efficiency value was obtained on the third day, which was 94,5% and the lowest value was on the second day, by 62%. From these results, it is influenced by steam flow whose value is always changing.

Keywords : boiler, water tube, boiler efficiency, PT Socpindo

1. PENDAHULUAN

Boiler sangatlah penting bagi perusahaan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dan memiliki peran penting bagi perusahaan (PKS) sebagai jantung perusahaan yang menghasilkan listrik untuk menjalankan pabrik [1,2]. Boiler unit II ini berdiri pada tahun 1993 dan telah berjalan 29 tahun lamanya, dan di sini di gunakan boiler unit II yang mana boiler yang digunakan adalah SFW boiler 7000 kg/hr, karna penggunaannya sudah lama tentunya ada kendala seperti anjloknya steam, dan steam yang tidak mencukupi [3]. Karna itu di lakukan pengecekan berkala seminggu sekali untuk menjaga boiler dari kerusakan, efisiensi pada ketel uap di dapatkan dari perbandingan panas aktual untuk terjadinya uap dari hasil pembakaran dari bahan bakar, Pembakaran merupakan proses pencampuran dimana bahan bakar dan udara yang berada di dalam ruang bahan bakar sehingga dapat menghasilkan energi panas[4,5].

Berdasarkan histori di atas, perlu di lakukan analisa tingkat efisiensi boiler untuk mengetahui apakah boiler tersebut beroperasi sesuai dengan yang di inginkan. Menurut manual book/buku panduan boiler ini (Industrial Boiler and Heat Recoversi Steam Generators 2003) didapatkan data efisiensi sebesar 35.9% untuk boiler dapat beroperasi [6].

Di sini boiler yang di analisa adalah boiler unit II jenis SFW Boiler 7000 kg/hari, yang berbahan bakar campuran *fiber* 75% dan *cangkang* 25% di PT. Socpindo Kebun Seunagan, di mana bahan bakar tersebut dapat mempengaruhi nilai efisiensi boiler. Adapun alasan yang di gunakan *cangkang* dan *fiber* yaitu banyak kesediaan dan mudah di peroleh di dalam pabrik dan nilai kalor bahan bakar memenuhi syarat, dan harga lebih ekonomis [7].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini di maksud untuk mengetahui tingkat efisiensi boiler yang berbahan bakar campuran *fiber* dan *cangkang* pada boiler unit II yang berkapasitas 7 ton/harinya sesuai dengan ketentuan standar operasi, dapat di gunakan perhitungan aktual dengan metode langsung [8].

2. 1 Metode Langsung

Tahapan dalam proses perhitungan efisiensi boiler menggunakan metode langsung adalah mencari konsumsi bahan bakar (w_s), kapasitas produksi uap (w_f), entalpi air umpan (h_3), entalpi uap (h_1), dan nilai kalor pembakaran rendah (LHV).

Daya guna efisiensi boiler adalah perbandingan antara konsumsi panas dengan suplai panas, adapun rumus tersebut [9]:

$$\eta = \frac{W_s(h_3 - h_1)}{W_f \times \text{LHV rata-rata}} 100\% \quad (2.1)$$

Diketahui :

W_s = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

W_f = Kapasitas produksi uap (kg/jam)

h_3 = entalpi air umpan (kj/kg)

h_1 = entalpi uap (kj/kg)

LHV = nilai kalor pembakaran rendah (kj/kg)

2.2 Pengambilan Data

Data yang di ambil adalah data saat boiler beroperasi yang di ambil dari lima jam dalam sehari yang mana pengambilan data di ambil selama tiga hari saat awal boiler beroperasi di PT. Socpindo Kebun Seunagan, adapun data yang di dapatkan di buat dalam bentuk tabel di bawah ini.

Tabel : 2.1 Data operasi boiler tanggal 21 april 2022

Stem flow	Tekanan uap	Air umpan	temperatur
Ton/jam	Bar	°C	°C
16	16	100	208
17	17	100	217
16	16	100	208
15	15	100	202
17	17	100	217

Tabel : 2.2 Data operasi boiler tanggal 22 april 2022

Stem flow	Tekanan uap	Air umpan	temperatur
Ton/jam	Bar	°C	°C
17	17	100	217
15	15	100	202
16	16	100	208
17	17	100	217
14	14	100	202

Tabel : 2.3 Data operasi boiler tanggal 23 april 2022

Stem flow	Tekanan uap	Air umpan	temperatur
Ton/jam	Bar	°C	°C
20	20	80	240
17	17	100	217
15	15	100	202
16	16	100	208
16	16	100	208

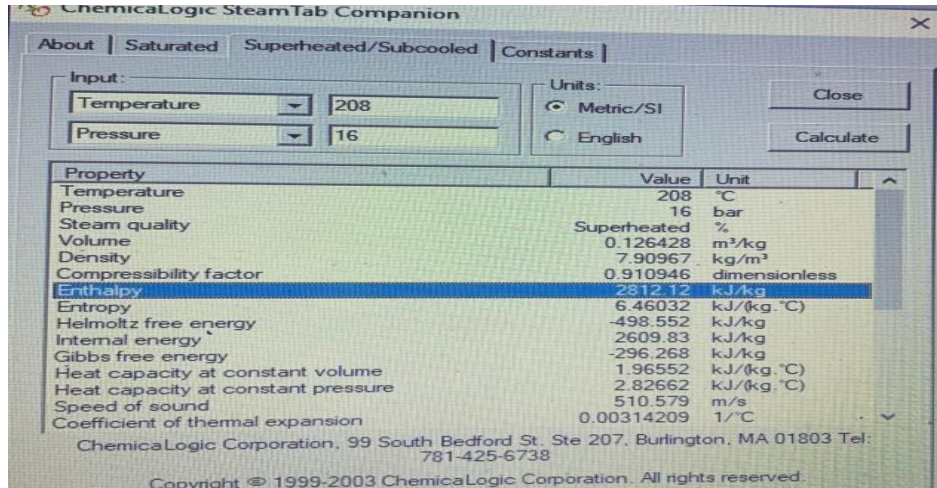
2.3 Pengolahan data

Berdasarkan data di atas maka akan dilakukan pengolahan data, pengolahan data ini meliputi perhitungan dengan menggunakan persamaan pada tanggal 21 april 2022.

Sebelum dilakukan perhitungan dapat di cari beberapa data yang tidak di temukan di boiler seperti nilai entalpi dan konsumsi bahan bakar.

2.3.1 Nilai entalpi

Untuk mencari nilai uap keluar (h_3) menggunakan *software chemicallogic steam companion*. Perlu diketahui $T_{\text{uap}} : 208$, bar : 16. Hasil entalpi dapat dilihat di bawah ini:



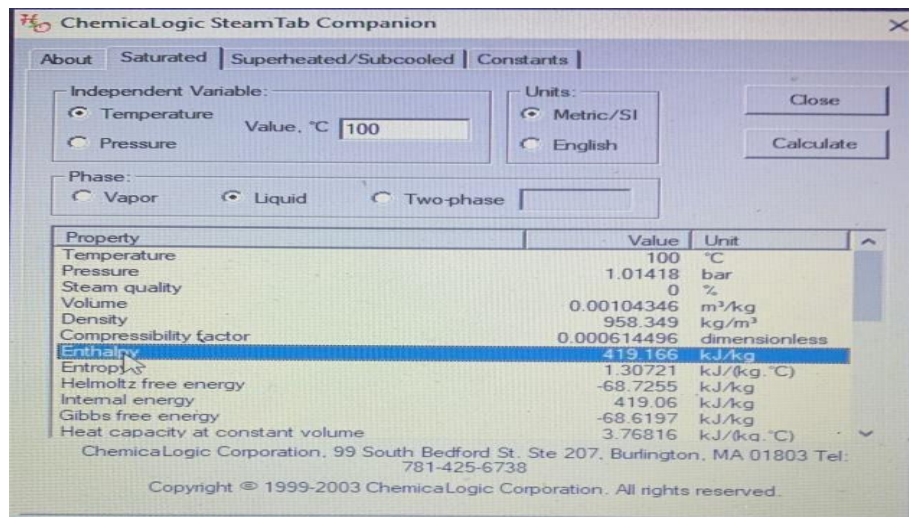
Property	Value	Unit
Temperature	208	°C
Pressure	16	bar
Steam quality	Superheated	%
Volume	0.126428	m ³ /kg
Density	7.90967	kg/m ³
Compressibility factor	0.910946	dimensionless
Enthalpy	2812.12	kJ/kg
Entropy	6.46032	kJ/(kg.°C)
Helmoltz free energy	-498.552	kJ/kg
Internal energy	2609.83	kJ/kg
Gibbs free energy	-296.268	kJ/kg
Heat capacity at constant volume	1.96552	kJ/(kg.°C)
Heat capacity at constant pressure	2.82662	kJ/(kg.°C)
Speed of sound	510.579	m/s
Coefficient of thermal expansion	0.00314209	1/°C

Gambar : 2.1 nilai entalpi menggunakan *software chemicallogic steamtab companion*

Dari hasil pencarian nilai entalpi menggunakan *software chemicallogic steamtab companion* maka diperoleh hasil:

$$h_3 = 2812.12 \text{ kJ/kg}$$

Dan untuk mencari nilai entalpi dari air umpan 100°C, dapat di lihat gambar di bawah ini :



Property	Value	Unit
Temperature	100	°C
Pressure	1.01418	bar
Steam quality	0	%
Volume	0.00104346	m ³ /kg
Density	958.349	kg/m ³
Compressibility factor	0.000614496	dimensionless
Enthalpy	419.166	kJ/kg
Entropy	1.30721	kJ/(kg.°C)
Helmoltz free energy	-68.7255	kJ/kg
Internal energy	419.06	kJ/kg
Gibbs free energy	-68.6197	kJ/kg
Heat capacity at constant volume	3.76816	kJ/(kg.°C)

Gambar : 2.2 nilai entalpi air umpan menggunakan *software chemicallogic steamtab companion*

Dari pencarian di atas menggunakan *software chemicallogic steamtab companion* didapatkan nilai entalpi dari air umpan adalah:

$$h_1 = 419.166 \text{ kJ/kg.}$$

Adapun nilai entalpi yang di dapatkan dari tanggal 21-23 april 2022 menggunakan *software chemicallogic steamtab companion* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel : 2.4 nilai entalpi dari tanggal 21-23 april 2022

21 april 2022		22 april 2022		23 april 2022	
h ₃	h ₁	h ₃	h ₁	h ₃	h ₁
2812.12	419.166	2831.04	419.166	2877.23	335.012
2831.04	419.166	2801.75	419.166	2831.04	419.166
2812.12	419.166	2812.12	419.166	2801.75	419.166
2801.75	419.166	2831.04	419.166	2812.12	419.166
2831.04	419.166	2802.96	419.166	2812.12	419.166

2.3.2 Konsumsi bahan bakar

Adapun untuk mencari nilai konsumsi bahan bakar dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut [10]:

Untuk fiber 13% dan cangkang 6% dari kapasitas pabrik 23 ton TBS/jam.

Untuk % fiber = 12% x 23 ton/jam

Fiber = 0,12 x 23000 = 2760 kj/s

Untuk % cangkang = 6% x 23 ton/jam

Cangkang = 6% x 23 ton/jam

Cangkang = 0,6 x 23000 = 1380 kg/s

Untuk mencari konsumsi bahan bakar (w_f) adalah :

(w_f) fiber 75% + 25% cangkang

(w_f) = 0,75 x 2760 + 0,25 x 1380

(w_f) = 2415 kg/jam.

2.4 efisiensi boiler

Untuk mengetahui nilai efisiensi boiler PT.Socpindo Kebun Seunagan, digunakan persamaan 2.1, berdasarkan tanggal 21 april 2022.

$$\eta = \frac{W_s (h_3 - h_1)}{W_f \times LHV \text{ rata-rata}} 100\% \dots\dots (2.2)$$

Diketahui :

W_s = 16 ton/jam = 16000 kg/jam

W_f = 2415 k g/jam

H₃ = 2812,12 kj/kg

H₁ = 419.166 kj/kg

LHV = 22261,0048

Efisiensi boiler

$$= \frac{16000 (2812,12 - 419,166)}{2415 \times 22261,0048} \times 100\%$$

$$= \frac{16000 \times 2392,954}{53760326,592} \times 100\%$$

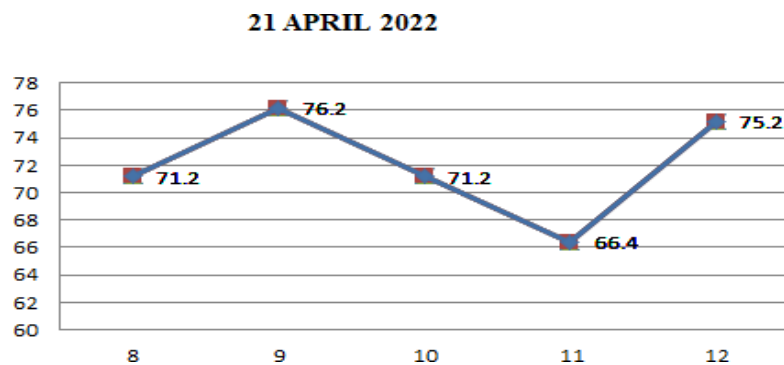
$$= \frac{38287264}{53760326,592} \times 100\% = 71,2 \%$$

Adapun hasil yang didapatkan dari data operasi boiler dari tanggal 21-23 april 2022 di PT. Socpindo Kebun Seunagan, didapatkan nilai efisiensi boiler dapat di lihat di tabel di bawah ini:

Tabel : 2.5 nilai efisiensi boiler dari tanggal 21-23 april 2022

21 april 2022	22 april 2022	23 april 2022
71.2%	76.2%	94.5%
76.2%	66.4%	76.2%
71.2%	71.2%	66.4%
66.4%	76.2%	71.2%
75.2%	62%	71.2%

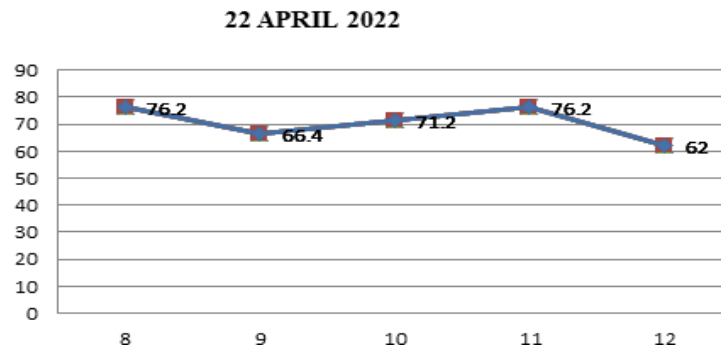
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



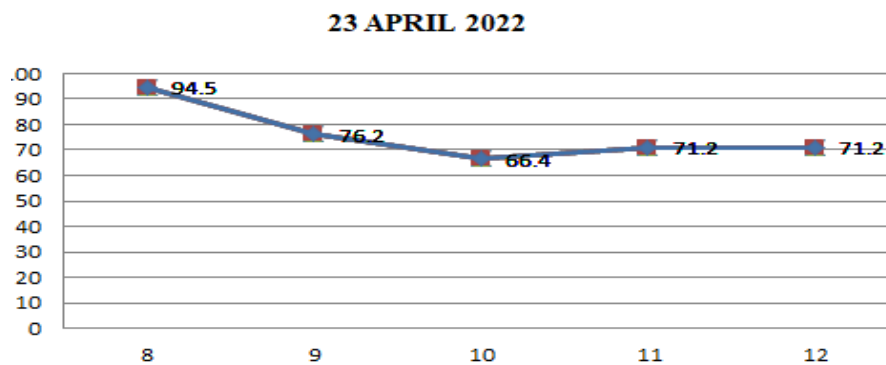
Gambar : 3.1 grafik efisiensi boiler tanggal 21 april 2022

Dari grafik di atas tanggal 21 april 2022 bahwa nilai efisiensinya tidak sama (naik-turun) terdapat nilai efisiensi rata-rata 70% dan nilai tertinggi di jam 09:00 sebesar 76.2% dan nilai terendah di jam 11:00 yang nilai efisiensinya 66.4%, penurunan efisiensi ini di akibatkan oleh nilai steam flow yang berubah-ubah, maka dengan berubahnya steam flow dapat mempengaruhi nilai efisiensinya, dapat di simpulkan bahwa kurang dan naiknya nilai efisiensi itu di akibatkan oleh nilai steam flow yang berbeda-beda.

Pada tanggal 22 april 2022 bahwa terdapat nilai efisiensi tertinggi di jam 08:00, 10:00, dan 11:00. Yang nilai efisiensinya sebesar 76.2%, 71.2%, dan 76.2%, dan terdapat nilai efisiensi terendah pada jam 09:00 yaitu 66.4%, dan 12:00 yaitu 62%, karena terjadinya kenaikan dan penurunan nilai efisiensi itu di akibatkan oleh nilai steam flow yang nilainya selalu berubah di setiap waktu beroperasi, maka yang mempengaruhi nilai efisiensinya adalah akibat nilai steam flow yang berubah-ubah setiap waktunya.



Gambar : 3.2 grafik efisiensi boiler tanggal 22 april 2022



Gambar : 3.3 grafik efisiensi boiler tanggal 23 april 2022

Dari grafik di atas pada tanggal 23 april 2022 terdapat nilai tertinggi di jam 08:00, yang nilai efisiensinya 94.5%, karna terjadinya kenaikan pada jam awal di akibatkan oleh steam flow yang sangat tinggi sehingga nilai efisiensinya juga meningkat, dan terjadi penurunan di jam 12:00, yang nilainya 66.4%, terjadinya penurunan ini juga di pengaruhi oleh steam flow yang menurun dari jam awal beroperasi sehingga dapat mempengaruhi nilai efisiensinya. Akibat terjadinya kenaikan dan penurunan nilai efisiensi di sebabkan oleh steam flow yang nilainya dapat berubah-ubah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang dilakukan maka diperoleh beberapa point penting yang dapat penulis kemukakan, antara lain :

1. nilai efisiensi boiler berbahan balar campuran *fiber* 75% dan *cangkang* 25% pada PT. Seocpindo Kebun Seunagan yaitu:

- Pada tanggal 21 april 2022, terdapat nilai efisiensi boiler tertinggi pada jam ke dua dan ke lima yaitu 76,2% , dan 75,2%, dan jam pertama dan ke tiga nilai efisiensinya sama yaitu, 71,2%. Dan terjadi penurunan di hari ke empat yaitu, 66,4%.
- Pada tanggal 23 april 2022 terdapat nilai efisiensi tertinggi di jam pertama dan ke empat memiliki nilai efisiensinya sama sebesar, 76,2%, dan terdapat penurunan di jam ke dua yaitu, 66,4%, dan terjadi kenaikan di jam ke tiga yaitu, 71,2%, dan di jam ke empat terjadi

penurunan yaitu, 62%.

- Tanggal 23 april 2022 terdapat nilai tertinggi efisiensi boiler terdapat pada jam pertama sebesar 94,5%, dan terjadi penurunan di jam ke tiga sebesar 66,4%.
2. Hal ini yang menyebabkan nilai efisiensi yang berbeda di sebabkan karena pengaruh steam flow yang nilainya selalu berubah-ubah.

5. SARAN

Adapun saran-saran yang dapat penulis ajukan untuk analisa tingkat efisiensi *water tube* boiler di PT. Socpindo Kebun Seunagan, sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan efisiensi boiler di lakukan pengontrolan terhadap kandungan air pada *feed tank* .
2. Untuk meningkatkan efisiensi boiler dilakukan blowdown secara berkala untuk mengurangi padatan terlarut pada air ketel.
3. Melakukan blowing steam boiler untuk melepaskan kerak yang menempel pada permukaan pipa secara berkala.
4. Dilakukan pengecekan terlebih dahulu sebelum boiler beroperasi agar efisiensinya maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sagiji, M., Prabowo, E., & Antono, V. (2015). Analisa Perhitungan Efisiensi Boiler Beban Maksimal Dengan Metode Input-Output Dan Heat Loss Unit 1 PLTU 3 Banten (*Doktoral dissertation, Sekolah tinggi Teknik PLN*).
- [2] Maulizar, A., Masykur, M., & Supardi, J. (2022). ANALISIS pH, TDS, TOTAL HARDNESS, ALKALINITY, DAN SILICA PADA BOILER FEET WATER DI PT. SOCFINDO PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI SEUNAGAN. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 8(1), 129-134.
- [3] PT. Socfindo (persero), 2022. Industry | Update, Profil PT. Socfindo Kebun Senagan, Nagan Raya, July 2022, <http://www.socfindo.co.id>.
- [4] Pratama, N. M., Danial, D., & Taufiqurrahman, M. Analisa Efisiensi Water Tube Boiler Dengan Menggunakan Metode Langsung. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 2(2), 105-110
- [5] Zakaria, Z., & Susanto, H. (2022). ANALISA KERUSAKAN PADA REBUSAN (Sterilizer) KELAPA SAWIT DI PT. BEURATA SUBUR PERSADA. *Jurnal Mahasiswa Mesin UTU (JMMUTU)*, 1(1), 1-8.
- [6] V. Ganapathy., (2003), *Industrial Boiler and Heat Recovery Steam Generators*, ISBN: 0-8247-0814-8. Buku ini di cetak oleh Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York.
- [7] Kunarto, K. (2018). Analisa Efisiensi Boiler Pabrik Kelapa Sawit Dengan

Menggunakan Bahan Bakar Fibre Dan Cangkang. *Penelitian Mandiri Universitas Bandar Lampung.*

- [8] Sumadi, S. (2021). Analisa Kinerja Boiler Industry Setelah Beroperasi 24 Tahun. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal ilmiah Teknik Mesin*, 7(2), 74-79.
- [9] Adli, Z. A. Z., Turmizi, T., & Mawardi, M. (2018). Anslisa Performance Boiler Takuma N-600 SA Dengan Tingkat Keadaan Uap 20 Kg/Cm²/259 OC Berbahan Bakar Serat dan Cangkang Kelapa Sawit Berbasis Komputasi. *Jurnal Mesin Sains Tarapan*, 2(1), 51-57
- [10] Ricky, R. S., & Daniel, O. h. (2020). Analisa Mesin Boiler Pada Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Di PT. Jebsindo Sarana Teknologi. *Studi Kasus Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.*
-