

**“Analisis Efisiensi Boiler Unit 2 dan 4 Di PT. PLN (Persero) Wil. Kalselteng
Sektor PLTU Asam-Asam”**

Aries Aditya Kurniawan¹⁾, Aqli Mursadin²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin,
Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan,70714
Telp. 0511-4772646, Fax 0511-4772646
E-mail : ariesadityak@gmail.com

Abstrak. Boiler merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap/steam untuk berbagai keperluan. Air di dalam boiler dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakar (sumber panas lainnya) sehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas tersebut ke air yang mengakibatkan air tersebut menjadi panas atau berubah wujud menjadi uap. Metode langsung dikenal juga sebagai “metode input-output” karena metode ini hanya memerlukan keluaran/output (uap) dan panas masuk/input (bahan bakar) untuk evaluasi efisiensi. Dari hasil penelitian efisiensi boiler dari tanggal 08 Agustus 2017 sampai tanggal 17 Agustus 2017 dengan total rata – unit 4 memiliki efisiensi boiler 75,5012% lebih tinggi dari unit 2 yang hanya sebesar 65,24984%. Tingginya efisiensi boiler unit 2 dikarenakan tekanan rata-rata pada unit 4 sebesar 86,9229 bar lebih besar dari pada tekanan unit 2 yang hanya sekitar 82,9155 bar. Kemudian Main steam flow pada unit 4 sebesar 66,6605 kg/s sedangkan unit 2 hanya 63,61111 kg/s. Untuk feed water flow unit 4 hanya mampu mengalirkan 65,9 kg/s dan unit 2 sebesar 66,675 kg/s.

Kata kunci: Boiler, Efisiensi, Outout-Input

Boiler is a tool used to produce steam / steam for various purposes. The water in the boiler is heated by heat from the fuel combustion (other heat source) resulting in heat transfer from the heat source to the water causing the water to become hot or transformed into steam. Direct Methods Also known as "input-output method" because this method requires only output / output (steam) and heat input / fuel (fuel) for efficiency evaluation. From the results of boiler efficiency study from August 8, 2017 to August 17, 2017 with a total average - unit 4 has a boiler efficiency 75.5012% higher than unit 2 which only amounted to 65.24% 84%. The high efficiency of boiler unit 2 is due to the average pressure on unit 4 of 86.9229 bar is greater than the pressure of unit 2 which is only about 82.9155 bar. Then Main steam flow on unit 4 is 66,6605 kg / s while unit 2 is only 63,61111 kg / s. For feed water flow unit 4 only able to flow 65,9 kg / s and unit 2 equal to 66,675 kg / s.

Keywords: Boiler, Efisiensi, Outout-Input

PENDAHULUAN

Berbagai teknologi akan diupayakan untuk terus meningkatkan mutu, akses dan pelayanan yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. PT. PLN (Persero) yang berfungsi melaksanakan kegiatan dalam memenuhi kebutuhan listrik di dalam negeri terus berupaya meningkatkan kualitas produk serta pelayanan bukan lagi suatu opsi, melainkan keharusan bisnis masa kini untuk bertahan di tengah era yang sangat kompetitif. Mutu dan fungsi harus menjadi prioritas utama (Rizal, 2017).

PLTU terdapat banyak sekali peralatan, mulai dari, *boiler*, turbin uap, generator, trafo, dan masih banyak lagi dengan jenis yang berbeda-beda. Pada pembangkit tersebut sering mengalami kerusakan pada pipa *boiler* yang sering diakibatkan gesekan campuran pasir dan batubara yang digunakan (Simanjuntak, 2015).

Dari permasalahan diatas maka dilakukan analisis efisiensi boiler unit 2 dan unit 4 di PT. PLN (Persero) Wil Kalselteng Sektor PLTU Asam-Asam dengan menggunakan metode langsung (*Direct Methods*).

Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah suatu pembangkit listrik dimana energi listrik dihasilkan oleh generator yang diputar oleh turbin uap yang memanfaatkan tekanan uap hasil dari penguapan air yang dipanaskan oleh bahan bakar di dalam ruang bakar (*boiler*). Salah satu jenis PLTU adalah PLTU berbahan bakar batubara. PLTU berbahan bakar batubara sangat vital penggunaannya di Indonesia maupun di dunia. PLTU batubara merupakan sumber utama energi di dunia. Dimana pasokan listrik dunia masih bertumpu pada PLTU berbahan bakar batubara (Pramudya, 2015).

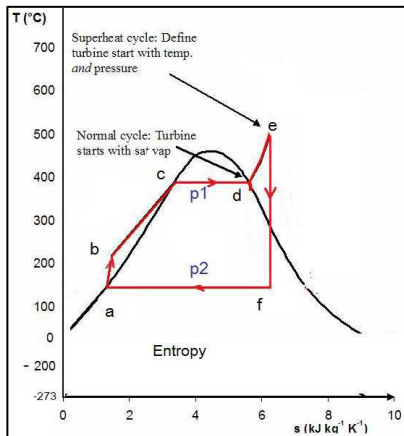
Prinsip Kerja

PLTU menggunakan fluida kerja airuap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan sirkulasinya secara singkat adalah sebagai berikut :

- a) Pertama air diisikan ke *boiler* hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Didalam *boiler* air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.
- b) Kedua, uap hasil produksi *boiler* dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
- c) Ketiga, generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan, sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal *output* generator.
- d) Keempat, Uap bekas keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air yang disebut air kondensat. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi *boiler*.
- e) Demikian siklus ini berlangsung terus menerus dan berulang-ulang

Siklus Rankine

Siklus kerja PLTU yang merupakan siklus tertutup dapat digambarkan dengan diagram T – S (*Temperature – entropy*). Siklus ini adalah penerapan siklus *rankine* idea. Adapaun urutan langkahnya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram T-s Siklus PLTU (Siklus Rankine)

Boiler

Boiler atau ketel uap adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk merubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan panas hasil pembakaran bahan bakar.

Metode Output-input

Prosedur penghitungan berikut adalah untuk menentukan efisiensi unit pembangkit uap dengan metode *output-input* kehilangan panas untuk kondisi operasi aktual dari pengujian berikut, dan prosedur untuk menyesuainya.

$$\eta_{Boiler} = \frac{(h_{ms} - h_{fw}) \times fw \text{ flow}}{BB \times GHV} 100 \dots (1)$$

Di mana,

h_{ms} = enthalpy main steam (kJ/kg),

h_{fw} = enthalpy feedwater (kJ/kg),

$fw \text{ flow}$ = feedwater flow (kg/s),

GHV = nilai panas tinggi (kJ/kg),

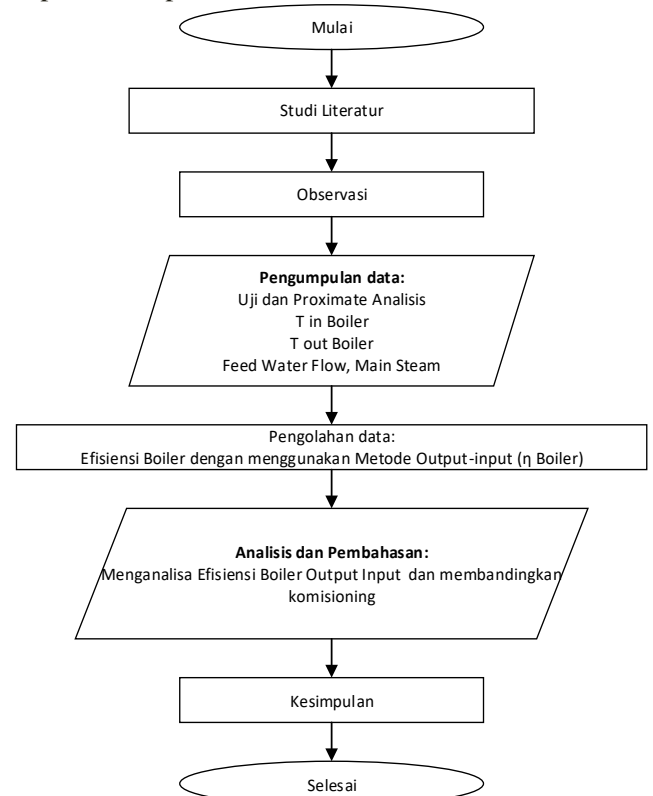
BB = jumlah pemakaian batubara (kg/s).

Dimana *Output* didefinisikan pada panas yang disebabkan oleh kerja fluida air telah menjadi uap. *Input* didefinisikan sebagai panas kimia dalam bahan bakar dan ditambah dengan fluida kerja, udara, gas dan sirkuit fluida.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan metode langsung. Pertama dilakukan studi literatur mencari sumber-sumber dari beberapa buku, Ebook dan jurnal yang terdapat di internet. Kedua pengumpulan data di CCR (*Central Control Room*) PLTU Asam-Asam, untuk mencari *enthalpy* menggunakan aplikasi *Chemical Logic Steam Tab*.

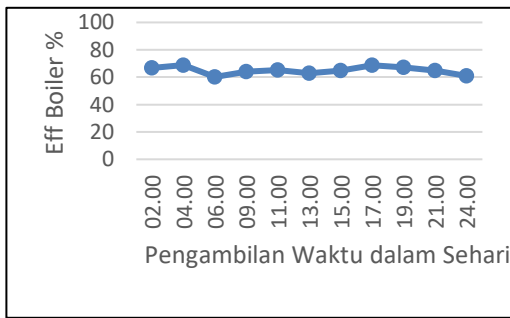
Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



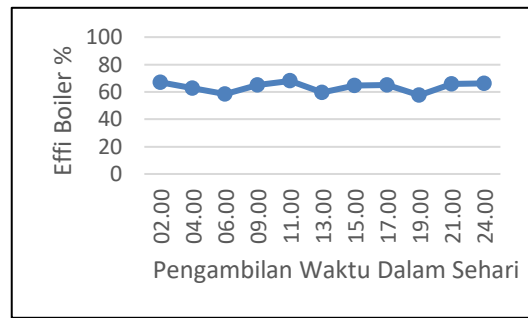
Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

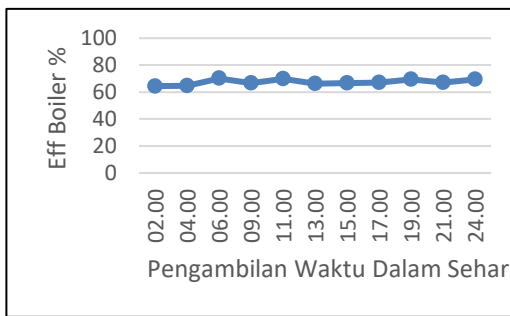
Pengambilan data selama 10 hari dimulai pada tanggal 8 Agustus 2017 sampai dengan tanggal 17 Agustus pada unit 2 dan 4 PLTU Asam-Asam. Untuk uji proximate batubara dilaksanakan pada tanggal 9 Agustus 2017 dengan hasil unit 2 sebesar 17652,3 kJ/Kg dan unit 4 sebesar 17263,18 kJ/Kg.



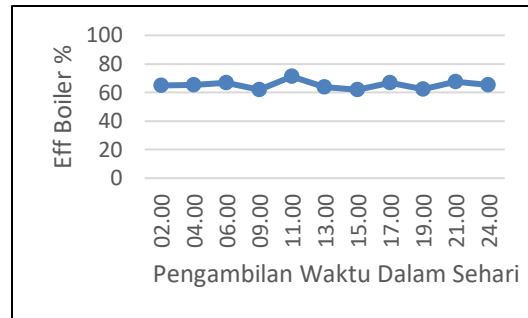
Gambar 3. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 8 Agustus 2017



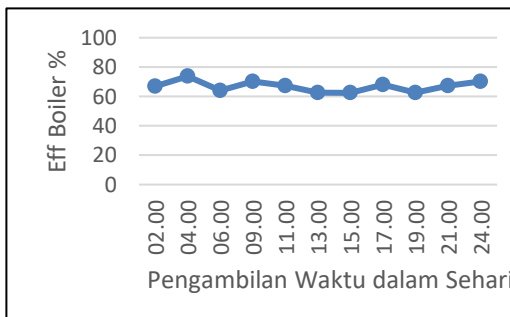
Gambar 7. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 12 Agustus 2017



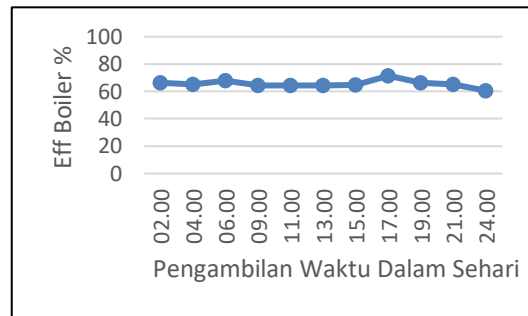
Gambar 4. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 9 Agustus 2017



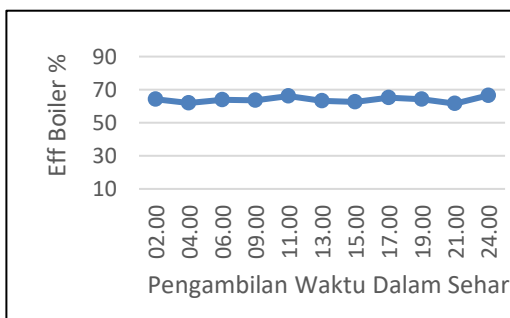
Gambar 8. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 13 Agustus 2017



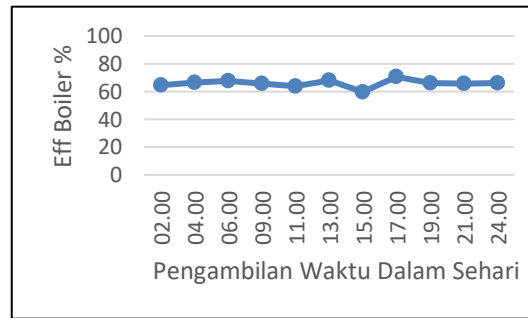
Gambar 5. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 10 Agustus 2017



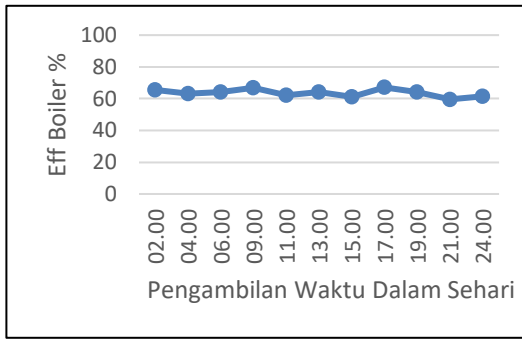
Gambar 9. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 14 Agustus 2017



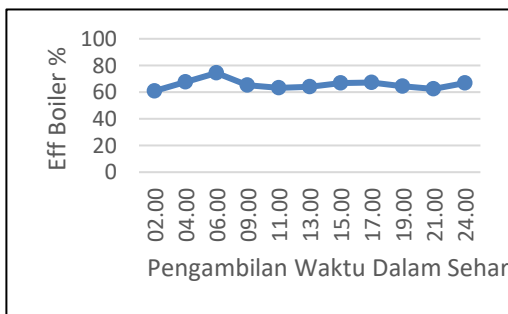
Gambar 6. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 11 Agustus 2017



Gambar 10. Efisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 15 Agustus 2017

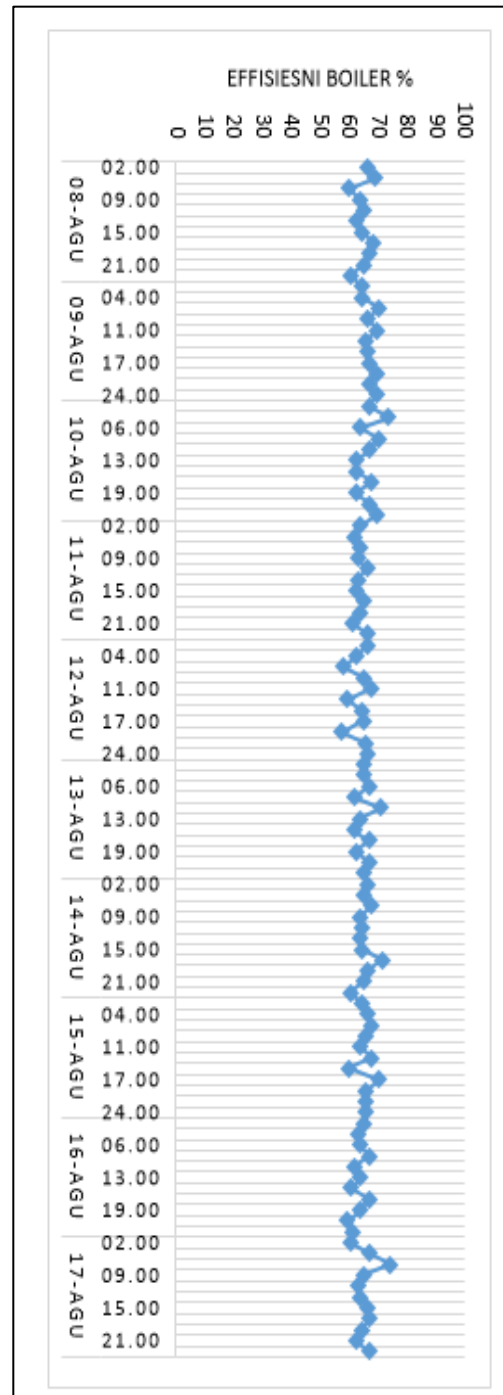


Gambar 11. Effisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 16 Agustus 2017

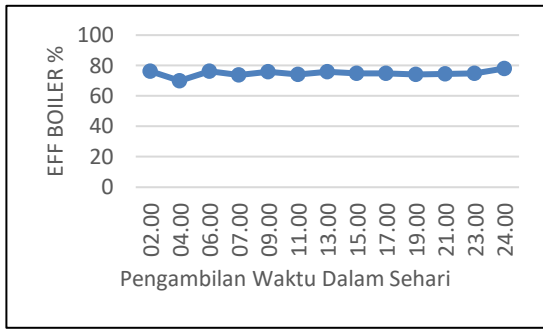


Gambar 12. Effisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 17 Agustus 2017

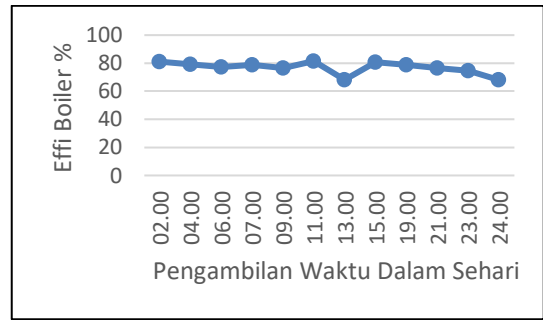
Dari Gambar 13 dapat dilihat efisiensi boiler unit 2 dari tanggal 08 Agustus sampai tanggal 17 Agustus dengan total rata-rata efisiensi yang dianalisa yaitu 65,1486%. Dan nilai efisiensi terbesar yaitu pada tanggal 9 Agustus 2017 67,471 % dan terendah pada tanggal 12 Agustus 2017 61,579% sehingga semakin besar efisiensi boiler maka kinerja boiler masih layak untuk di operasikan.



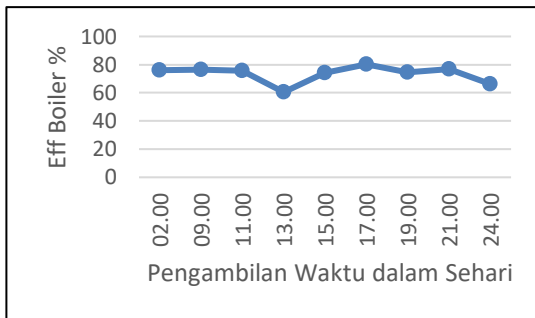
Gambar 13. Effisiensi *Boiler* Unit 2 Tanggal 8-17 Agustus 2017



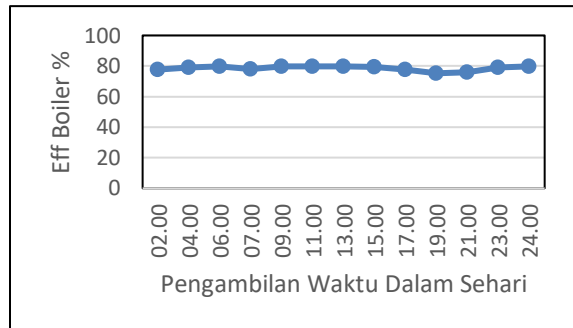
Gambar 14. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 8 Agustus 2017



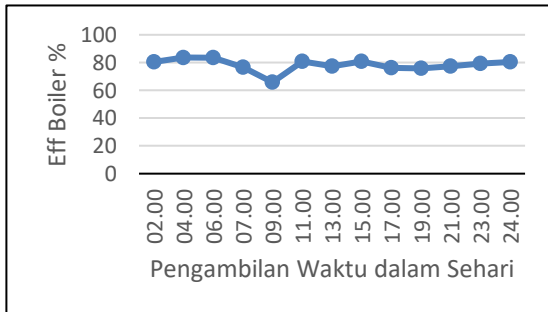
Gambar 18. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 12 Agustus 2017



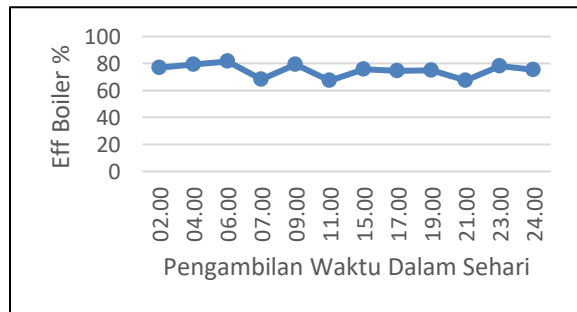
Gambar 15. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 9 Agustus 2017



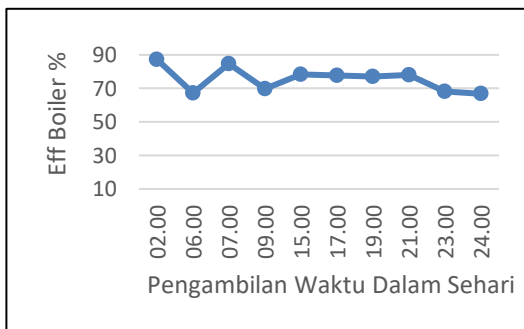
Gambar 19. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 13 Agustus 2017



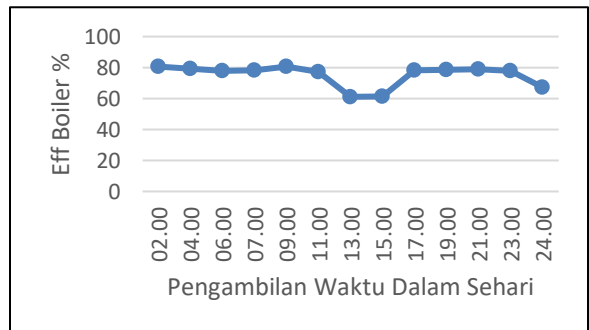
Gambar 16. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 10 Agustus 2017



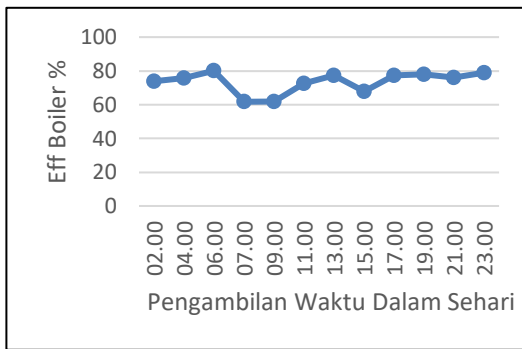
Gambar 20. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 14 Agustus 2017



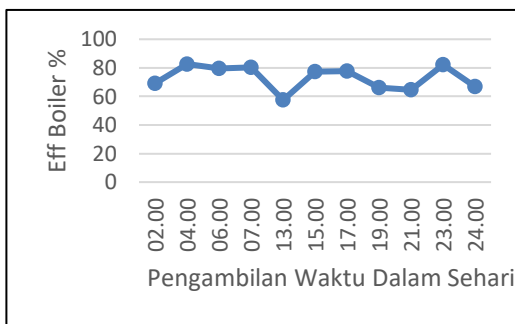
Gambar 17. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 11 Agustus 2017



Gambar 21. Efisiensi Boiler Unit 4 Tanggal 15 Agustus 2017

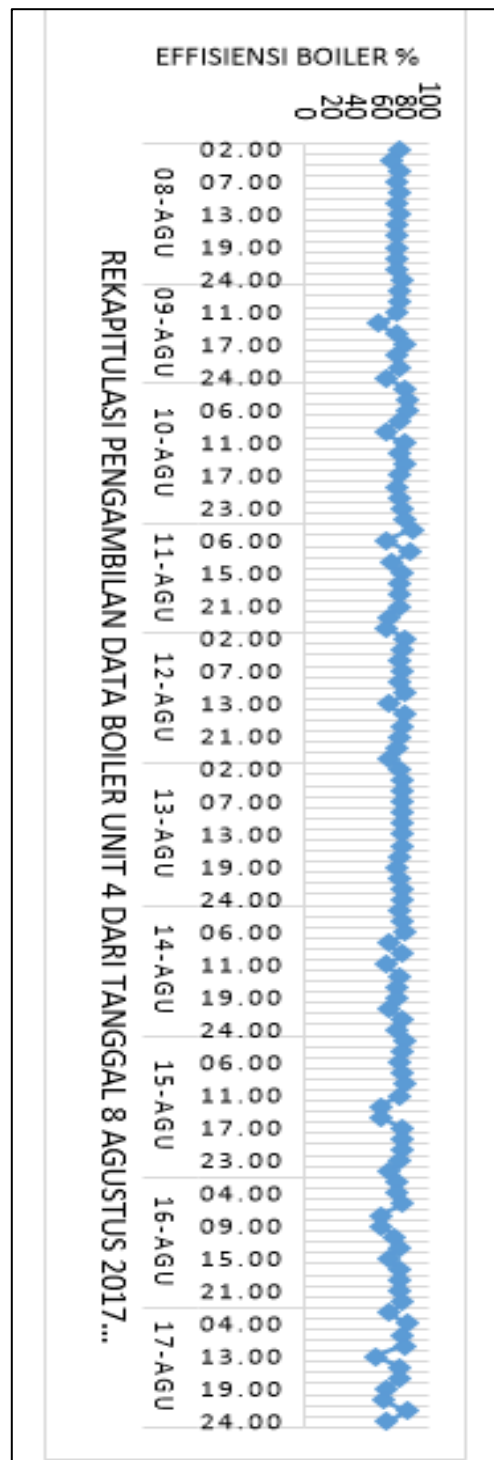


Gambar 22. Effisiensi *Boiler* Unit 4 Tanggal 16 Agustus 2017



Gambar 23. Effisiensi *Boiler* Unit 4 Tanggal 17 Agustus 2017

Dari Gambar 24 dapat dilihat efisiensi *boiler* unit 4 dari tanggal 08 Agustus sampai tanggal 17 agustus dengan total rata-rata efisiensi yang dianalisa yaitu 75,388%. Dan nilai efisiensi terbesar yaitu pada tanggal 10 Agustus 2017 78,263 % dan terendah pada tanggal 17 Agustus 2017 73,115% sehingga semakin besar efisiensi *boiler* maka kinerja boiler masih layak untuk di operasikan.



Gambar 24. Effisiensi *Boiler* Unit 4 Tanggal 8-17 Agustus 2017

Pembahasan

Pada desain mesin pengering tipe *fire-tube*, gas hasil pembakaran dialirkan melalui tube untuk memanaskan udara yang ada di ruang bakar. Udara panas hasil pembakaran ini akan memanaskan *tube* hingga suhu 80°C. Temperatur *tube* dijaga konstan 80°C dengan mengatur elemen pemanas listrik agar udara di ruang bakar tidak terlalu panas. Kemudian panas dari *tube* akan dikonveksikan ke udara yang ada di ruang bakar. Pada desain tipe *fire-tube* ini, terjadi konveksi alami di ruang bakar karena tidak ada pengaruh dari luar sehingga udara yang ada di ruang bakar akan bersirkulasi akibat adanya *bouyancy force*.

Pada desain mesin pengering tipe *air-tube*, mesin pengering dibagi menjadi dua ruang yang dipisahkan oleh sekat, ruang di bagian bawah adalah ruang bakar dan di bagian atas adalah ruang pengering. Di ruang bakar, *tube* dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C kemudian udara dialirkan dengan kecepatan 4.5 m/min melalui *tube*. Udara akan menerima panas dari *tube* dan kemudian akan mengalir ke ruang pengering.

Pada desain mesin pengering tipe *fire-tube* dengan *bevel*, gas hasil pembakaran dialirkan melalui tube untuk memanaskan udara yang ada di ruang bakar. Perbedaan antara tipe ini dan tipe *fire-tube* adalah pada tipe ini terdapat *bevel* untuk membuat aliran semakin turbulenta.

Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan temperatur hasil simulasi di empat titik parameter. Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa tipe *fire-tube* memiliki sistem distribusi panas yang paling baik dengan rata – rata temperatur di dalam ruang pengering 46.74 °C. Hal ini tidak jauh berbeda dengan tipe *fire-tube* dengan *bevel* yang menunjukkan hasil temperatur rata – rata 44.40 °C. Sedangkan tipe *air-tube* menunjukkan hasil temperatur rata – rata 34.31°C.

Kurangnya temperatur yang didapat pada hasil simulasi desain tipe *air-tube*

terjadi karena adanya *head-losses* pada aliran udara saat melewati *tube*. Sedangkan pada desain tipe *fire-tube* udara bergerak secara bebas tanpa adanya *head-losses* sehingga suhu yang diterima pada keempat titik parameter lebih optimal.

Faktor lain yang juga mempengaruhi temperatur di ruang bakar pada ketiga desain tersebut adalah permukaan kontak terhadap *tube*. Dimana pada desain tipe *air-tube*, udara hanya menerima panas dari permukaan kontak saat mengalir melewati *tube*. Sedangkan pada desain tipe *fire-tube* udara dapat secara bebas bersirkulasi dan menerima panas dari permukaan kontak.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengamatan pengambilan data Tugas Akhir dari tanggal 8 sampai dengan 17 Agustus 2017 Unit 2 dan 4 di PT.PLN (Persero) Wil. Kalselteng sektor PLTU Asam-Asam dapat di ambil kesimpulan :

1. Dalam hasil pengamatan dan perhitungan analisis *boiler* unit 2 dengan menggunakan metode *output-input* didapat efisiensi boiler adalah 65,250 % dimana didalam pengoprasian unit PLTU sendiri masih menandakan kinerja yang masih layak untuk dioperasikan.
2. Dalam hasil pengamatan dan perhitungan analisa *boiler* unit 4 dengan menggunakan metode *output-input* didapat efisiensi *boiler* adalah 75,50 % dimana didalam pengoprasian unit PLTU sendiri masih menandakan kinerja yang masih layak untuk dioperasikan.
3. Dari hasil analisa efisiensi *boiler* unit 2 dan 4 pada tanggal 8-17 Agustus 2017 dengan komisioning adalah untuk unit 2 pada saat komisioning sebesar 86,23% terjadi penurunan hingga 20,98 % menjadi 65,250 %. Untuk unit 4 hasil efisiensi boiler pada saat komisioning adalah 83,49% terjadi penurunan sebesar 7,99 % menjadi 75,5 %. Hal ini

dipengaruhi faktor umur pengoprasian unit 2 dari tahun 2000 dan unit 4 baru beroperasi pada tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Pramudya,2015, Teknologi Pembakaran Batubara, WCI, *The Coal Resource*, World Coal Institute, 2004.
- Simanjuntak O T, Amien Syamsul,2015, Studi Keandalan (Reliability) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Labuhan Angin Sibolga, Copyright@DTE FT USU, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU).
- Yani Rizal 2017. Efektifitas Dan Dampak Penggunaan Listrik Kwh-Prabayar PT. PLN¹ (Persero) Pada Masyarakat Kota Kuala Simpang Kabupaten Tamiang. Jurnal Samudra Ekonomika, Vol 1, No1, Fakultas Ekonomi universitas Samudra.