



Pengaruh Penambahan Tangki Pengumpul Kondensat Terhadap Penghematan Energi Boiler Cochran pada PT. Eastern Pearl Flour Mills

Juhamri¹, Sri Astuty², Hikmayani Subur³

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

²Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Makassar

³Program Studi Pendidikan Ekonomi, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Makassar

¹juhamri98@gmail.com ²sri.astuty@unm.ac.id ³hikmayani.subur@unm.ac.id

Abstract

One effort for saving the energy in the production process is the reuse wasted energy from these productions. This study aimed (1) to determine the effectiveness of the addition of the condensate steam collector tank collection tank on the return pipe line of the boiler on the saving capacity of the Cochran boiler, which was determined based on the boiler efficiency, the fuel consumption, and the amount of water impurity (TDS);(2). to determine the balance between the mass system and the energy boiler system as one of the effectiveness evaluation system of the additional condensate collector tank. This research was conducted at PT. Eastern Pearl Flour Mills, Makassar – more specifically at the boiler section and power station. The method used was that the data were collected and processed before and after the condensate collector tank was installed. Thus, it was expected that the difference showing the effect of the additional tank on the energy saving of boiler system. Besides, the research would also determine the conditions of each line point of the working fluid path; next, the efficiency of the boiler, the consumption of the fuel and the amount of the water impurity in the fluid working path would be determined; finally, the mass and the energy balance of the existing system would be determined. The research result revealed that efficiency before the installation was 52.72 % in average, and after the installation was 64.55 % in average. Before the installation of the condensate collector tank, the average fuel consumption was 94.39 kg/hour, while after the installation the average fuel consumption was 75.45 kg/hour. The reason was that the water used tended to be cleaner as seen in the lower TDS than before the installation. Then, the fuel energy of 849.45 kW was able to produce useful steam energy of 556.94 kW.

Keywords: efficiency, balance, mass, energy

Abstrak

Salah satu usaha untuk penghematan energi pada suatu proses produksi adalah dengan pemanfaatan kembali energi yang terbuang dari hasil produksi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tangki pengumpul kondensasi pada jalur pipa pengembalian uap boiler terhadap penghematan boiler cochran yang ditentukan berdasarkan efisiensi boiler, konsumsi bahan bakar, dan jumlah bahan pengotor air (TDS). Selain itu akan ditentukan kesetimbangan massa dan energi boiler sistem sebagai salah satu evaluasi efektivitas penambahan tangki pengumpul kondensasi. Penelitian ini dilakukan di PT. Eastern Pearl Flour Mills Makassar tepatnya pada seksi boiler dan power station. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan pengambilan dan pengolahan data sebelum pemasangan tangki pengumpul kondensasi serta mengambil data sesudah pemasangan sekaligus mengolahnya. Dengan demikian diharapkan akan didapatkan perbedaan yang memperlihatkan manfaat penambahan tangki tersebut terhadap penghematan energi pada sistem boiler. Pada penelitian ini akan ditentukan kondisi setiap titik jalur fluida kerja, kemudian akan ditentukan efisiensi boiler, konsumsi bahan bakar, dan jumlah pengotor pada fluida kerjanya. Selain itu pula akan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi sebelum pemasangan rata-rata sebesar 52,72 % dan setelah pemasangan sebesar 64,55 %. Kemudian sebelum pemasangan tangki pengumpul kondensat konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar 94,39 kg/jam, sedangkan setelah pemasangan sebesar 75,45 kg/jam. Hal ini di sebabkan karena air yang digunakan cenderung lebih murni terlihat dari TDS yang lebih rendah dibandingkan sebelum pemasangan. Selanjutnya dari nilai energi bahan bakar sebesar 849,45 kW dapat menghasilkan nilai energi uap yang bermanfaat sebesar 556,94 kW.

Kata kunci: efisiensi, kesetimbangan, massa, energi

1. Pendahuluan

Pemanfaatan energi di Indonesia saat ini sudah mulai terlihat dari semakin gencarnya pemerintah untuk mencari potensi energi yang tepat untuk dikembangkan. Namun tentunya masih banyak kendala yang dihadapi terutama ketersediaan sumber daya manusia, pendanaan dan lain sebagainya. Sehingga selain untuk membuat hal yang baru, kita sangat diharapkan untuk dapat mengembangkan sektor-sektor yang ada dan lebih memaksimalkan hal-hal yang sebenarnya masih perlu untuk mendapat perhatian sehingga menghasilkan sesuatu yang lebih bermanfaat bagi bangsa Indonesia. Saat ini pemerintah juga masih berusaha untuk memacu berbagai perusahaan yang mempunyai potensi sehingga mereka dapat lebih efisien dan lebih optimal dalam melakukan proses produksi [1].

Perkembangan proses produksi pada suatu perusahaan sangat bergantung kepada bagaimana cara untuk menjaga efisiensi baik itu dari pemanfaatan energi maupun proses produksi yang dilakukan. Oleh karena itu sejumlah perusahaan telah mengembangkan berbagai macam teknologi untuk melakukan efisiensi, sehingga dapat mengembangkan produksi dan mempertahankan usia produksi itu sendiri. Selain itu pula proses produksi sangat perlu untuk memperhatikan bagaimana cara mempertahankan distribusi energi dengan memperhitungkan kerugian atau *losses* sehingga proses tersebut dapat lebih optimal dan lebih efisien. Kehilangan pada pipa-pipa terutama karena dua hal. Pertama karena adanya gesekan yang menyebabkan penurunan tekanan. Selain itu kehilangan energi *kalor* ke sekeliling akan mengakibatkan penurunan temperatur [2,3].

Efisiensi adalah suatu tingkatan kemampuan kerja dari suatu alat. Sedangkan efisiensi pada *boiler* adalah prestasi kerja atau tingkat unjuk kerja *boiler* atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja didalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar. Untuk tingkat efisiensi pada *boiler* atau ketel uap tingkat efisiensinya berkisar antara 70% hingga 90% [4].

Untuk mendukung terlaksananya peningkatan efisiensi kerja, maka kami berusaha untuk mengembangkan hasil pemikiran kami dikhususkan untuk pemanfaatan uap *boiler* yang digunakan untuk proses produksi pelet (pakan ternak) pada PT. Eastern Pearl flour Mills Makasar (EPFM). Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa PT. Eastern Pearl flour Mills Makasar (EPFM) merupakan sebuah perusahaan industri yang bergerak di bidang industri ekspor impor. Produk utama yang dihasilkan adalah tepung dan juga makanan ternak sebagai produk sampingan. Seperti halnya beberapa perusahaan lainnya, pada sebagian besar produksinya PT. EPFM juga

menggunakan *boiler* sebagai penghasil uap. *Boiler* pada perusahaan ini digunakan untuk membantu proses pengolahan ampas gandum menjadi makanan ternak, yang kemudian di suplai ke luar dan ke dalam negeri sebagai bahan baku. Pelet adalah bahan baku untuk membuat makanan ternak yang diambil dari ampas gandum yang tidak digunakan pada produksi terigu. PT. EPFM memiliki dua unit *boiler*, di mana hasil uap-nya diperuntukkan pada proses pembuatan pelet. Dari proses awal pembentukan uap sampai dengan proses suplai sangat banyak terjadi kehilangan dan kerugian yang dapat menurunkan efektivitas proses tersebut [5].

Operasional *boiler* membutuhkan bahan bakar yang cukup banyak. Sehingga biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar tersebut menjadi sangat tinggi. Sehingga usaha-usaha penghematan biaya operasional perlu dilakukan untuk meminimalkan pengeluaran [6].

Salah satu penyebab terjadinya kehilangan energi uap *boiler* yang digunakan untuk proses produksi pelet adalah karena uap yang dihasilkan merupakan uap yang memiliki banyak kandungan air. Namun untuk mengembalikan energi yang hilang dapat dilakukan pada pengolahan kondensasi yang akan dikembalikan pada sistem *boiler*. Pengembalian kondensasi dari mesin pelet merupakan energi potensial yang dapat kembali digunakan untuk proses pembentukan uap pada *boiler*. Kondensasi yang cenderung panas dapat digunakan untuk melakukan pemanasan pada *preheater* dan juga dapat digunakan untuk melakukan pengeluaran oksigen pada deaerator. Deaerator akan menghasilkan air yang bebas oksigen, karena kita ketahui bahwa oksigen yang berlebihan akan menyebabkan korosi pada material *boiler* sehingga akan menurunkan usia dari *boiler* tersebut. Untuk itu sangat diperlukan proses pengolahan kondensasi agar didapatkan kondensasi yang cenderung murni untuk dapat dimanfaatkan kembali pada sistem *boiler*. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dirumuskan berbagai masalah yang terjadi pada sistem pengembalian uap *boiler*, antara lain; bagaimana proses pemanfaatan uap dan kondensasi kembali untuk dapat dijadikan sebagai salah satu sumber energi pada *boiler* sistem, bagaimana cara untuk mengetahui persentase kondensasi sebagai sumber energi yang akan kembali dimanfaatkan pada sistem pengolahan uap *boiler* dan sistem lainnya, bagaimana cara untuk mengetahui pengaruh pengolahan kondensasi atau uap pengembalian *boiler* terhadap kinerja *boiler*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi *boiler* dan konsumsi bahan bakar sebelum dan setelah penambahan tangki pengumpul kondensat, serta kesetimbangan massa dan energi dari *Boiler Cochran* beserta sistem pendistribusian uap-nya [1].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *Boiler & Power Station Section*, PT. Eastern Pearl Flour Mills. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengambilan dan pengolahan data sebelum dan setelah pemasangan tangki pengumpul kondensasi. Kemudian menentukan kesetimbangan massa dan energi dari sistem dimana sebelumnya telah ditentukan kondisi setiap titik pada sistem.

2.1 Menghitung Neraca Massa Produksi Uap

Berdasarkan hasil pengambilan data yang dilakukan pada sistem uap *boiler cochran* maka didapatkan data laju massa air *softener* ($m_{softener}$) = 776,29 kg/jam, laju massa air umpan *boiler* pada deaerator tank (m_{fw}) = 914,29 kg/jam dan laju massa *blowdown boiler* (m_{bd}) = 187 kg/jam. Berikut ini akan diperlihatkan kesetimbangan massa pada setiap komponen pada boiler sistem dan pada jalur distribusi uap. Laju massa fluida pada tangki air umpan adalah $m1 = m_{softener} + m10$. Laju massa fluida pada tangki deaerator $m3 = m2 + m_{fluida\ dari\ sistem\ pelet}$. Laju massa uap yang diproduksi oleh boiler adalah $m5 = m4 - m_{bd}$. Kesetimbangan massa pada header boiler $m6 = m5 - m_{Drain}$. Kesetimbangan massa pada header pelet $m7 = m6 - m_{steam\ strap}$. Kesetimbangan massa pada mesin pelet Massa uap terpakai produk pelet = $m8$ - fluida kembali ke sistem boiler [8,9].

2.2 Menghitung Kinerja Boiler Setelah Pemasangan Tangki Pengumpul Kondensat

Energi air umpan *boiler* dapat dihitung dengan $E_{fw} = m_{fw} \times h_4$. Energi yang terbuang melalui *blowdown* adalah $E_{bd} = m_{bd} \times h_{bd}$. Energi uap yang dihasilkan oleh boiler adalah $E_{st} = m_{st} \times h_5$. Jumlah bahan bakar yang digunakan per jam adalah $\dot{m}_{bb} = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb}$. Energi bahan bakar adalah $E_{bb} = m_{bb} \times HHV$. Jadi Efisiensi boiler adalah Efisiensi (%) = $\eta = \frac{E_{st} + E_{bd} - E_{fw}}{E_{bb}} \times 100\%$ [8].

Dimana:

- m_{fw} = Laju massa air umpan boiler (kg/ jam)
- h_4 = Enthalpi uap boiler (kJ/kg)
- m_{bd} = Laju massa *blowdown boiler* (kg/ jam)
- h_{bd} = Enthalpi air *blowdown boiler* (kJ/ kg)
- m_{st} = Laju massa uap keluar boiler (kg/jam)
- H_s = Enthalpy uap keluar boiler (kJ/ kg)
- M_{bb} = Laju massa bahan bakar (kg/jam)
- HHV = Nilai *kalor* bahan bakar (kJ/kg).

2.3 Efektivitas Tangki Pengumpul Kondensat

Berikut ini akan diperlihatkan proses sekaligus analisa penghematan energi pada system pengembalian uap dan kondensat. Laju aliran massa kondensat menuju tangki pengumpul kondensat adalah $m_{bct} = m_{act} - m_{drain}$. Dimana, $m_{act} = V_{act} \times \rho_{air}$. Jadi Tangki

pengumpul kondensasi akan ter isi penuh selama T_{ct}
 $= \frac{(Vol\ Tangki\ kondensat + \rho_{air})}{m_{bct}}$ [1].

2.4 Menentukan neraca energi sistem uap yang dimanfaatkan

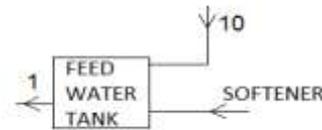
Kesetimbangan energi pada boiler adalah $E_{bb} = E_{bd} + E_{st} + E_{losses}$. Kemudian untuk menentukan kesetimbangan energi pada beban distribusi uap adalah $E_{st} = E_{stp} + E_{stlosses} + E_{kondensat}$ [10], [8].

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian dan data hasil perhitungan maka akan terlihat beberapa perbandingan yang menunjukkan perbedaan antara kondisi beberapa parameter yang menunjang kinerja boiler sebelum pemasangan tangki pengumpul kondensat dan sesudah pemasangan tangki pengumpul kondensat.

3.1 Menghitung Neraca Massa Produksi Uap

- a. Laju massa fluida pada tangki air umpan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kesetimbangan massa tangki air umpan

$$m1 = m_{softener} + m10$$

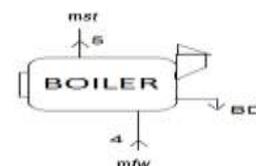
- b. Laju massa fluida pada tangki deaerator dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kesetimbangan massa tangki deaerator

$$m3 = m2 + m_{fluida\ dari\ sistem\ pelet}$$

- c. Laju massa uap yang diproduksi oleh boiler dapat dilihat pada Gambar 3.

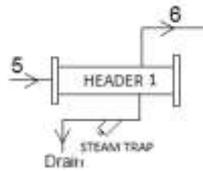


Gambar 3. Kesetimbangan massa fluida kerja pada boiler

$$m_{st} = m_{fw} - m_{bd}$$

$$m5 = m4 - mbd$$

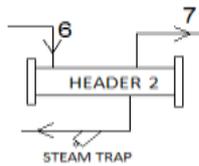
- d. Kesetimbangan massa pada header boiler dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. kesetimbangan massa pada header boiler

$$m6 = m5 - m_{Drain}$$

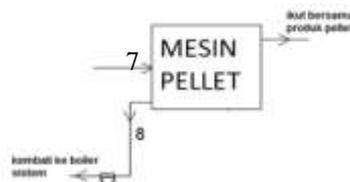
- e. Kesetimbangan massa pada header pelet dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. kesetimbangan massa pada header pelet

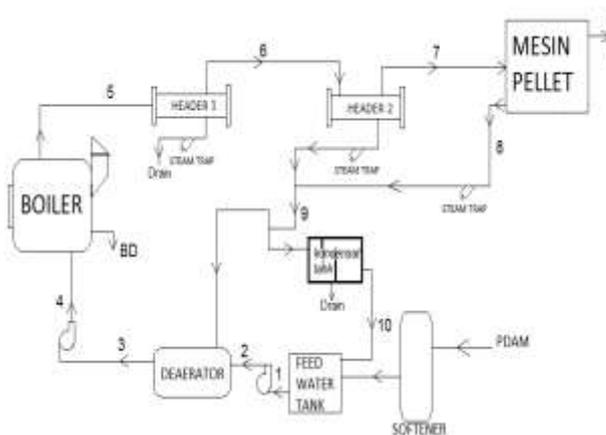
$$m7 = m6 - m_{steam\ trap}$$

- f. Kesetimbangan massa pada mesin pelet dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. kesetimbangan massa uap pada mesin pelet

$$\text{uap ter pakai produk pelet} = m7 - m8$$



Gambar 7. Siklus uap setelah penambahan tangki pengumpul kondensat

Gambar 7 merupakan siklus uap setelah penambahan tangki pengumpul kondensat. Pada Gambar 7

diperlihatkan bahwa uap sisa pemakaian pada mesin pelet dan kondensat yang melalui *steam trap* pada jalur distribusi uap, kesemuanya dikembalikan melalui pipa pengembalian menuju tangki pengumpul kondensat. Kemudian pada tangki pengumpul kondensat terjadi proses filtrasi dan pemisahan sehingga fluida yang terkumpul lebih bersih dan dapat dimanfaatkan kembali pada sistem *boiler*.

3.2 Menghitung Kinerja Boiler Setelah Pemasangan Tangki Pengumpul Kondensat

Diketahui bahwa,

$$h_g = h5 = 2756,8 \text{ kJ/kg};$$

$$h_f = h_{bd} = 709,47 \text{ kJ/kg};$$

$$h_{fw} = h4 = 335,35 \text{ kJ/kg};$$

$$m_{st} = 727,29 \text{ kg/jam};$$

$$m_{bd} = 187 \text{ kg/jam};$$

$$m_{fw} = 914,29 \text{ kg/jam};$$

$$HHV = 40100 \text{ kJ/kg};$$

Sehingga,

Energi air umpan *boiler* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E_{fw} &= m_{fw} x h_4 \\ &= 914,29 \text{ kg/jam} x 335,35 \text{ kJ/kg} \\ &= 306697,15 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Energi yang terbuang melalui *blowdown* adalah:

$$\begin{aligned} E_{bd} &= m_{bd} x h_{bd} \\ &= 187 \text{ kg/jam} x 709,47 \text{ kJ/kg} \\ &= 132670,89 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Energi uap yang dihasilkan oleh *boiler* adalah:

$$\begin{aligned} E_{st} &= m_{st} x h_5 \\ &= 727,28 \text{ kg/jam} x 2756,8 \text{ kJ/kg} \\ &= 2004965,504 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Jumlah bahan bakar yang yang digunakan per jam adalah :

$$\begin{aligned} \dot{m}_{bb} &= \frac{V_{bb}}{t} x \rho_{bb} \\ m_{bb} &= 367.09 \text{ liter} / 4.11 \text{ jam} \\ &= 89.297 \text{ l/jam} \\ &= 89.297 \cdot 0,854 \text{ kg/jam} \\ &= 76.26 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Energi bahan bakar adalah:

$$\begin{aligned} E_{bb} &= m_{bb} x HHV \\ &= 76.26 \text{ kg/jam} x 40100 \text{ kJ/kg} \\ &= 3058026 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Jadi Efisiensi boiler adalah :

$$\text{Efisiensi } (\%) = \eta = \frac{(E_{st} + E_{bd} - E_{fw})}{E_{bb}} \times 100 \%$$

$$= ((2004965,504 + 132670,89 + 306697,15) / 3058026) \times 100 \%$$

$$= 59.86 \%$$

3.3 Menentukan neraca energi sistem uap yang dimanfaatkan

Setelah laju massa dihitung, selanjutnya neraca energi dapat ditentukan dengan menghitung energi yang terdapat pada bahan bakar, air umpan, *blowdown* dan uap yang di produksi oleh boiler.

Diketahui,

$$h_g = h_5 = 2756,8 \text{ kJ/kg};$$

$$h_f \text{ (blow down)} = 709,47 \text{ KJ/kg};$$

$$h_6 = 2526,306 \text{ kJ/kg};$$

$$m_{st} = m_6 = 727,29 \text{ kg/jam};$$

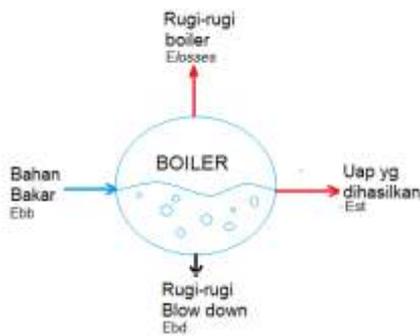
$$m_{bd} = 187 \text{ kg/jam};$$

$$m_p = 540,85 \text{ kg/jam};$$

$$HHV = 40100 \text{ kJ/kg};$$

$$m_{bb} = 367.09 \text{ liter} / 4.11 \text{ jam}$$

$$= 89.297 \text{ l/jam} = 89.297 \cdot 0,854 = 76.26 \text{ kg/jam}$$



Gambar 8. Kesenjangan energi boiler

Sehingga kesetimbangan energi pada boiler adalah :

$$E_{bb} = E_{bd} + E_{st} + E_{losses}$$

Dimana,

$$E_{bb} \text{ (Energi bahan bakar)} = m_{bb} \cdot HHV = 76,26 \text{ kg/jam} \cdot 40100 \text{ kJ/kg} = 3058026 \text{ kJ/jam} = 849,45 \text{ kJ/detik} = 849,45 \text{ kW}$$

$$E_{bd} \text{ (Energi blowdown)} = m_{bd} \cdot h_f = 187 \text{ kg/jam} \cdot 709,47 \text{ KJ/kg} = 132670,89 \text{ kJ/jam} = 36,853 \text{ kJ/detik} = 36,853 \text{ kW}$$

$$E_{st} \text{ (Energi uap boiler)} = m_{st} \cdot h_5 = 727,29 \text{ kg/jam} \cdot 2756,8 \text{ kJ/k} = 2004993,07 \text{ kJ/jam} = 556,94 \text{ kJ/detik} = 556,94 \text{ kW}$$

Jadi,

$$E_{losses} = E_{bb} - (E_{bd} + E_{st}) = 849,45 \text{ kW} - (36,853 \text{ kW} + 556,94 \text{ kW}) = 255,657 \text{ kW}$$

Kemudian untuk menentukan kesetimbangan energi pada beban distribusi uap adalah:



Gambar 9. Kesenjangan energi pada beban distribusi

$$E_{st} = E_{stp} + E_{stlosses} + E_{kondensat}$$

Dimana,

$$E_{st} \text{ (Energi Uap boiler)} = 556,94 \text{ kW}$$

$$E_{stp} \text{ (Energi uap yang digunakan mesin pelet)}$$

$$= m_p \cdot h_8$$

$$= 637,29 \text{ kg/jam} \cdot 2738,6 \text{ kJ/kg}$$

$$= 1755925,137 \text{ kJ/jam}$$

$$= 487,76 \text{ kJ/detik} = 487,76 \text{ kW}$$

$$E_{kondensat} = m_{bct} \cdot h_9$$

$$= 52 \text{ kg/jam} \cdot 1381,53 \text{ kJ/kg}$$

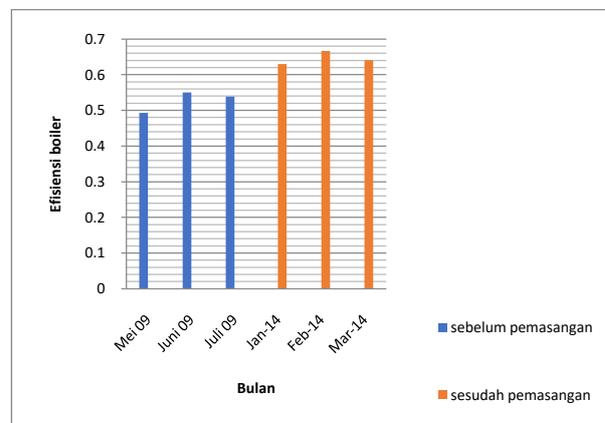
$$= 13058,76 \text{ kJ/jam} = 3,63 \text{ kW}$$

Jadi energi yang hilang pada jalur distribusi uap adalah:

$$E_{stlosses} = E_{st} - (E_{stp} + E_{st kondensat})$$

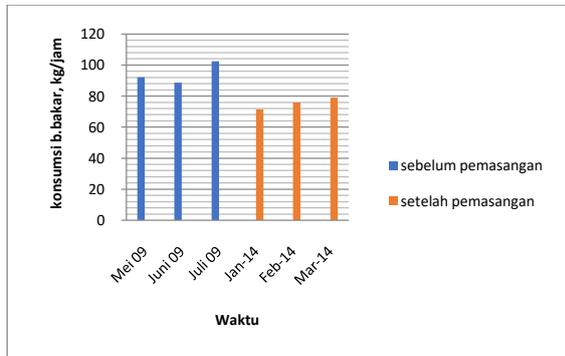
$$= 558,874 \text{ kW} - (489,76 \text{ kW} + 3,63 \text{ kW})$$

$$= 65,48 \text{ kW}$$



Gambar 10. Grafik efisiensi sebelum dan sesudah pemasangan tangki pengumpul kondensat

Gambar 10 merupakan grafik efisiensi yang dihasilkan setelah pemasangan tangki pengumpul kondensat yang lebih baik yaitu 64,55 % dibandingkan dengan sebelum pemasangan yang rata-rata hanya 52,72 %. Hal ini terjadi karena setelah pemasangan konsumsi air umpan dan bahan bakar semakin menurun, sehingga efisiensi boiler akan bertambah.



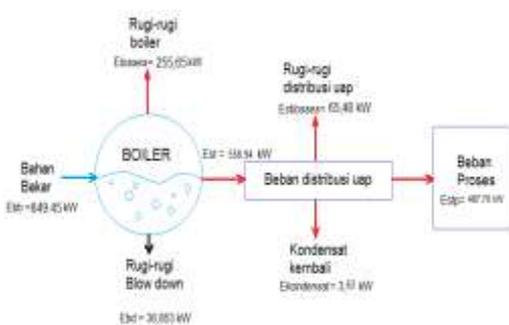
Gambar 11. Grafik pemakaian bahan bakar sebelum dan sesudah pemasangan tangki pengumpul kondensat

Gambar 11 merupakan grafik konsumsi bahan bakar yang terlihat lebih kecil 75,45 kg/jam dibandingkan dengan sebelum adanya penambahan tangki pengumpul kondensat yaitu sebesar 94,39 kg/jam.



Gambar 12. Neraca massa konsumsi dan produksi uap boiler Cochran

Gambar 12 merupakan neraca massa konsumsi dan produksi uap boiler Cochran setelah pemasangan tangki pengumpul kondensat. Di mana terdapat tambahan air dari kondensasi sebesar 50 kg/jam.



Gambar 13. Kestimbangan energi sistem boiler dan beban distribusi uap

Gambar 13 merupakan kesetimbangan energi sistem boiler dan beban distribusi uap setelah pemasangan tangki pengumpul kondensasi di mana dari 849,45 kW energi bahan bakar dapat menghasilkan energi uap sebesar 556,94 kW.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan akan diperlihatkan bahwa efisiensi yang dihasilkan setelah pemasangan tangki pengumpul kondensasi itu lebih baik dibandingkan dengan sebelum pemasangan. Hal ini terjadi karena setelah pemasangan konsumsi air umpan dan bahan bakar semakin menurun, sehingga efisiensi boiler akan bertambah. Hal ini akan kita perlihatkan pada grafik efisiensi sebelum dan sesudah pemasangan tangki pengumpul kondensat.

Sedangkan pemakaian bahan bakar pada boiler akan menurun karena air yang berasal dari kondensat pengembalian telah mengalami pengolahan terlebih dahulu pada tangki pengumpul kondensat. Dengan lebih bersihnya air yang digunakan tentu akan memudahkan proses pemanasan pada boiler, sehingga waktu pemanasan akan lebih cepat dan secara otomatis.

Konsumsi air yang digunakan untuk mengisi boiler juga cenderung berkurang. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan air kondensat yang juga telah diolah pada tangki pengumpul kondensat. Dengan adanya tangki pengumpul kondensat tentu akan lebih efektif dan efisien.

Total dissolved solid (TDS) merupakan jumlah padatan terlarut yang terdapat pada air. Berdasarkan pengambilan data penelitian TDS terlihat bahwa setelah pemasangan tangki pengumpul kondensat, kondisi TDS semakin menurun sebelum pemasangan. Hal ini terjadi karena pada tangki pengumpul kondensat telah dilakukan proses pemisahan antara uap dan kondensat, kemudian dilanjutkan dengan pemisahan antara air dan padatan-padatan secara grafitasi dan selanjutnya dilakukan filtrasi dengan menggunakan strainer. Dengan demikian kondisi kondensat yang akan digunakan sebagai air penambah, akan cenderung lebih bersih yang sangat dibutuhkan pada boiler.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan penelitian pengaruh pemasangan tangki kondensat terhadap penghematan energi boiler Cochran pada PT. Eastern Flour Mills, dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil data yang kita ambil, terlihat bahwa sebelum pemasangan tangki pengumpul kondensat konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar 94,39 kg/jam, sedangkan pemakaian bahan bakar setelah pemasangan sebesar 75,45 kg/jam. Hal ini di sebabkan karena air yang digunakan cenderung lebih bersih dibandingkan sebelum pemasangan sehingga proses pembentukan uap akan lebih cepat dan bahan

- bakar yang digunakan akan berkurang.
2. Efisiensi *boiler* sebelum pemasangan tangki pengumpul kondensat rata-rata sebesar 52,72 % dan setelah pemasangan sebesar 64.55 %.
 3. Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka terlihat bahwa dari 849,45 kW energi bahan bakar dapat menghasilkan energi uap yang berguna sebesar 556,94 kW.
 4. Keseimbangan massa fluida kerja yang terjadi, air umpan yang terpakai sebesar 914,29 kg/jam, uap yang dihasilkan sebesar 727,29 kg/jam. Sedangkan sisanya dibuang melalui *blowdown* sebesar 187 kg/jam.

Sebagai saran adalah proses pengolahan kondensat masih membutuhkan ketersediaan material yang lebih tahan terhadap korosif. *Boiler Cochran* sebaiknya dioperasikan untuk melayani produksi mesin pelet dengan kapasitas produksi yang lebih tinggi dari sebelumnya.

Daftar Rujukan

- [1] Spengler, M., 2004. *Training Manual, Water Treatment Plant & Boiler water Treatment*, Surabaya: PT. ZI -Tech Asia.
- [2] Bejan, A., Tsatsaronis, G., Moran, M. J., 1996. *Thermal Design and Optimization*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, INC, New York, United State of America.
- [3] Arif, E., 2012. *Termodinamika Teknik*. Edisi Pertama. Makassar: Membumi Publishing.
- [4] Intan, I. A., & Ya'umar., 2010. *Analisis Efisiensi Sistem Pembakaran Pada Boiler Di Pltu Unit Iii Pt.Pjb Up Gresik Dengan Metode Statistical Process Control (Spc)*, Jurusan Teknik Fisika – Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Keputih Sukolilo, Surabaya
- [5] Abu Seman, M. S. B., 2007., *Analysis On Losses And Boiler Efficiency To Find Optimum Cooling Water Flowrate*. A Project Report Submitted In Partial Fulfillment Of The Requirement For The Award Of Degree Of Mechanical Engineering. Faculty Of Mechanical Engineering, University Malaysia Pahang, Malaysia.
- [6] Yohana, E., Askhabulyamin., 2013. Perhitungan Efisiensi Dan Konversi Dari Bahan Bakar Solar Ke Gas Pada Boiler Ebara Hkl 1800 Ka. ROTASI, 14 (2), pp.7-10.
- [7] Djokosetyardjo, M. J., 2006. *Ketel Uap*. Cetakan keenam. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [8] Hidayah, Tirta., Sudar., 2012. *Steam System Installation Audit*. Jakarta: PT. Petrolog Multi Usaha Mandiri.
- [9] Spirax Sarco. (2007). *The Steam and Condensate Loop Book*. Tersedia di: https://www.spiraxsarco.com/learn-about-steam/introduction/the-steam-and-condensate-loop?sc_lang=en-GB.
- [10] El-Wakil, M. M., 1985., *Power Plant Technology*. 2nd Printing. New York: McGraw-Hill Book Company.