

Peluang Penghematan Energi pada Sistem Uap di Industri Tekstil

Energy Savings Potential for Steam System in Textile Industry

Muhammad Firdausi dan Komarudin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640

¹⁾ mmfirdausi@istn.ac.id

Abstrak---Telah dilakukan audit energi pada salah satu Industri Tekstil yang menggunakan Sistem Uap sebagai langkah awal penelitian potensi penghematan energi di Kawasan Industri. Sistem uap terdiri dari boiler dan distribusi uap sampai ke pengguna akhir. Uap dihasilkan oleh tiga unit boiler, masing-masing berkapasitas 4 ton/jam, yang digunakan untuk proses pembuatan benang dan kain pada proses Dyeing dan Weaving. Setelah dilakukan audit dan analisis, terdapat beberapa potensi penghematan energi dengan nilai total Rp 888.000.000,-/tahun atau setara dengan 230.000 Nm³ bahan bakar per tahun. Potensi penghematan konsumsi bahan bakar yang akan diperoleh dengan menurunkan jumlah blowdown (blowdown rate) dari 10% menjadi 5% adalah sebesar 84.375 Nm³/tahun atau setara dengan Rp 324.000.000,-/tahun. Potensi penghematan konsumsi bahan bakar yang akan diperoleh dengan memasang instalasi blowdown flash tank sebesar 53.125 Nm³ per tahun atau setara dengan Rp 204.000.000,-/tahun. Potensi penghematan bahan bakar yang akan diperoleh dengan memasang instalasi ekonomiser sebesar 93.000 Nm³ per tahun atau setara dengan Rp 360.000.000,-/tahun. Total biaya investasi implementasi penghematan adalah Rp 90.000.000,-dengan payback period 2 bulan. Disamping itu masih terdapat potensi penghematan energi lainnya, yaitu dengan melakukan; (i) program pemeliharaan steam traps, (ii) program pemeliharaan mengatasi steam leaks, dan (iii) program pemeliharaan dan perbaikan isolasi pipa distribusi uap dan feedwater tank.

Kata kunci---uap, boiler, blowdown, ekonomiser, flash tank, distribusi uap, dyeing, weaving.

Abstract---It has conducted an energy audit at one of the textile industry using the steam system as the first step in the study of potential energy savings in the Industrial Area. The system consists of a steam boiler and the steam distribution to the end users. The steams are generated by three boiler units, with a capacity of 4 tons / hour per unit, which is used for the manufacture of yarns and fabrics in the process of Dyeing and Weaving. After the audit and analysis, there is some potential for energy savings with a total value of Rp 888 million, - / year, equivalent to 230,000 Nm³ of fuel per year. The potential of fuel consumption savings to be gained by reducing the amount of blowdown (blowdown rate) from 10% to 5% is equal to 84 375 Nm³ / year, equivalent to USD 324 000 000, - / year. The potential of fuel consumption savings to be gained by installing a blowdown flash tank installation for 53 125 Nm³ per year or equivalent to Rp 204,000,000, - / year. Potential fuel savings to be gained by installing ekonomiser installation of 93,000 Nm³ per year or equivalent to Rp 360,000,000, - / year. The total investment cost saving is Rp. 90,000,000, -with a payback period of 2 months. Besides, there are other energy saving potential, which is to perform; (i) the steam traps maintenance program, (ii) the maintenance program to overcome steam leaks, and (iii) the maintenance program and repair the steam distribution pipe insulation and feedwater tanks.

Kata kunci---uap, boiler, blowdown, ekonomiser, flash tank, distribusi uap, dyeing, weaving.

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya pembangunan nasional yang diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan penggunaan energi di sektor Industri, yang merupakan konsumen energi yang cukup dominan, maka secara langsung memberikan dampak bagi penyediaan energi. Sementara itu penyediaan energi sekarang ini masih bergantung pada bahan bakar fosil, terutama bahan bakar migas yang cadangannya semakin menipis, sementara itu penggunaan energi masih tergolong boros.

Indeks Elastisitas Energi (IEE) Indonesia saat ini mencapai 1,63, lebih tinggi dibandingkan dengan Thailand (1,4) dan Singapura (1,1). Indeks elastisitas negara-negara maju berkisar antara 0,1 hingga 0,6. Indeks elastisitas energi adalah perbandingan laju pertumbuhan konsumsi energi dibanding laju

pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, Intensitas Energi (IE) Indonesia mencapai angka 400, empat kali lipat dibanding Jepang yang berada pada angka 100, sementara negara-negara Amerika Utara berada pada angka 300, negara-negara *Organization for Economics Cooperation and Development* (OECD) pada 200 dan Thailand pada 350. Intensitas Energi adalah perbandingan antara jumlah konsumsi energi per pendapatan domestik bruto (PDB). Semakin efisien suatu negara dalam pola konsumsi energi, intensitas energinya akan semakin kecil.

Pemborosan mengancam ketersediaan energi, membebani anggaran, serta mengancam stabilitas lingkungan. Berdasarkan data *Second National Communication* (SNC), emisi sektor energi mencapai 302 juta ton karbondioksida pada tahun 2009. Diperkirakan emisi dari sektor energi di Indonesia

akan meningkat 7 – 10 kali lipat di tahun 2025 jika tidak dilakukan langkah penghematan energi dan diversifikasi sama sekali. Sementara itu data hasil Audit Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) sepanjang tahun 2003 sampai 2010 menunjukkan adanya potensi efisiensi sebesar 15 - 30% (tabel- 1), atau setara dengan investasi senilai Rp 23,8 triliun – Rp 289 triliun per tahun.

Tabel 1. Potensi dan target penghematan energi nasional

Sumber; EBTKE_KESDM_2011

Sektor	Potensi Phematan Energi Sektoral	Pangsa Konsumsi Energi Final	Target Phematan Energi Sektoral	Target Phematan Energi Nasional
Industri	15-30%	49%	17%	8,3%
Komersial	10-30%	4%	14%	0,6%
Transportasi	20-35%	30%	23%	6,9%
Rumah Tangga	20-30%	13%	22%	2,9%
Lain-lain	25%	4%	0%	0,0%
Total				18,7%

Beberapa industri telah melakukan usaha peningkatan efisiensi energi terutama berkaitan dengan penggantian peralatan, pengoperasian peralatan secara hemat serta menerapkan program aksi konservasi energi. Namun demikian dalam penerapannya masih banyak dijumpai hambatan-hambatan di antaranya yang paling menonjol adalah masalah pendanaan kegiatan identifikasi masalah (audit energi) maupun implementasinya.

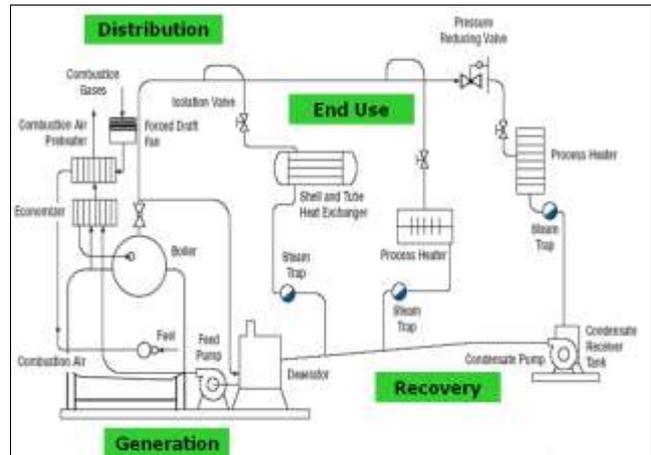
Melihat cukup besarnya peluang penghematan energi yang teridentifikasi tersebut serta besarnya manfaat yang akan diperoleh apabila peluang ini diimplementasikan, maka program konservasi energi perlu terus digalakkan. Konservasi energi dapat membawa manfaat yang sangat besar berupa penghematan energi dan biaya energi yang pada gilirannya akan meningkatkan daya saing di pasar global.

Sejalan dengan hal di atas, salah satu industri tekstil yang berlokasi di Bogor, Jawa Barat, telah melakukan komitmen untuk mengikuti kegiatan audit energi melalui program kemitraan konservasi energi dengan Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, tahun 2014. Makalah ini membahas peluang penghematan energi pada sistem uap pada industri tekstil tersebut, yang merupakan bagian dari audit energi secara keseluruhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Uap

Komponen utama sistem uap industri terdiri dari empat bagian utama, yaitu; Pembangkit uap (*Generation*), Sistem distribusi, Pengguna (*end-use*) dan *Condensat recovery*, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Generic Steam System*
(Sumber: US DOE Steam BestPractices Program – Steam System Sourcebook)

2.2. Kinerja Boiler

2.2.1. Perhitungan Efisiensi Boiler (*Direct Method*)

Efisiensi boiler didefinisikan sebagai rasio panas yang diserap oleh air umpan (*feedwater*) untuk menghasilkan uap dan energi masukan bahan bakar, sebagai berikut;

$$\eta_{boiler} = \frac{m_{steam}(h_{steam} - h_{feedwater})}{m_{fuel} \times HHV_{fuel}} \times 100 \dots \dots (1)$$

Dimana;

- η_{boiler} = Efisiensi boiler (%)
- m_{steam} = massa uap (kg/jam)
- m_{fuel} = massa bahan bakar (kg/jam)
- h_{steam} = entalpi uap (kJ/kg)
- $h_{feedwater}$ = entalpi air umpan (kJ/kg)
- HHV_{fuel} = entalpi pembakaran bahan bakar (MJ/kg)

2.2.2. Perhitungan Efisiensi Boiler (*Indirect Method*)

Efisiensi boiler juga dapat ditentukan secara tidak langsung dengan menentukan besarnya kerugian energi individual, sebagai berikut;

$$\eta_{boiler} = 100 - \lambda_{shell} - \lambda_{blowdown} - \lambda_{stack} - \lambda_{miscellaneous} \dots(2)$$

Dimana;

- η_{boiler} = Efisiensi boiler (%)
- λ_{shell} = rugi dinding (%)
- $\lambda_{blowdown}$ = rugi *blowdown* (%)
- λ_{stack} = rugi cerobong (%)
- λ_{misc} = kerugian lainnya (%)

2.2.3. Kerugian Dinding (*Shell Loss*)

Kerugian dinding adalah jumlah energi bahan bakar yang meninggalkan boiler dari permukaan luarnya. Suhu permukaan boiler di atas suhu lingkungan dan karenanya, selalu ada sejumlah panas yang hilang ke lingkungan tersebut. Kehilangan panas ini terjadi karena radiasi dan konveksi dari permukaan boiler. Untuk mengukur kehilangan energi akibat rugi dinding digunakan *American Society of Mechanical Engineers Performance Test Code 4 (ASME-PTC-4)*.

2.2.4. Kerugian Blowdown

Blowdown adalah mekanisme utama yang mengontrol kandungan zat kimia dari air boiler. Blowdown mengontrol konsentrasi terlarut dan endapan bahan kimia dalam boiler dan memastikan bahwa fungsi boiler andal dan tidak terjadi *unplanned shutdown* atau kegagalan. Masa *blowdown* dan rugi akibat *blowdown* dihitung sebagai berikut;

$$\beta = \frac{\text{Blowdown Flow}}{\text{Feedwater Flow}} \approx \frac{\text{Feedwater Conductivity}}{\text{Blowdown Conductivity}} \dots (3)$$

$$m_{\text{blowdown}} = \left(\frac{\beta}{1-\beta} \right) m_{\text{steam}}$$

$$Q_{bd_boiler} = m_{\text{blowdown}} (h_{\text{blowdown}} - h_{\text{feedwater}})$$

$$\lambda_{\text{blowdown}} = \left(\frac{Q_{bd_boiler}}{m_{\text{fuel}} \times HHV_{\text{fuel}}} \right) \times 100 \dots (4)$$

Dimana;

- β = rasio konduktifitas
- m_{blowdown} = massa *blowdown* (kg/jam)
- m_{steam} = massa uap (kg/jam)
- h_{blowdown} = entalpi *blowdown* (kJ/kg)
- $h_{\text{feedwater}}$ = entalpi air umpan (kJ/kg)
- $\lambda_{\text{blowdown}}$ = rugi *blowdown* (%)

2.2.5. Kerugian Cerobong (Stack Loss)

Rugi-rugi energi ke cerobong (*stack loss*) adalah energi sensibel gas buang yang hilang ke cerobong. Parameter operasi yang mempengaruhi rugi-rugi gas buang adalah; suhu gas buang dan *excess air* (O₂ pada gas buang). Semakin rendah suhu gas buang dan semakin rendah *excess air*, semakin sedikit rugi-rugi energi ke cerobong.

Untuk menghitung rugi-rugi cerobong digunakan *United State Department of Energy's Steam System Assessment Tool* (US DOE's SSAT).

2.3. Analisis Finansial

Analisis finansial menggunakan metode *simple payback period*, dengan formula sebagai berikut;

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Total Investmen}}{\text{Net Cashflow}} \dots (5)$$

3. METODA

Kajian peluang penghematan energi menggunakan metode audit energi. Pelaksanaan audit energi pada sistem uap dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

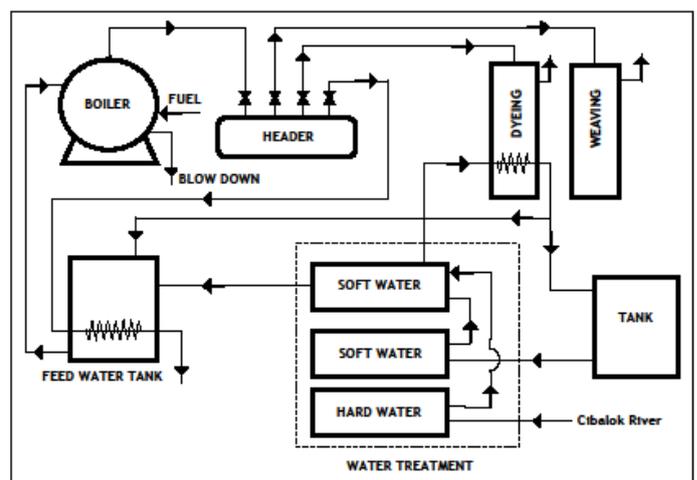
- a. Tahap persiapan, dilakukan:
 - Persiapan personil
 - Persiapan instrument (kuesioner, *cek list*, dan alat-alat ukur)
- b. Tahap survey lapangan, dilakukan:
 - *Capacity building* kepada tim energi perusahaan (manajemen dan operator) yang menangani masalah energi

- Pengumpulan data sekunder melalui kuesioner dan wawancara
- Pengukuran pada peralatan thermal dan sistem distribusi
- c. Tahap analisis, dilakukan:
 - Analisis data historis
 - Analisis pola operasi dan teknologi
 - Analisis hasil pengukuran
 - Evaluasi manajemen energi
 - Identifikasi potensi penghematan energi.
- d. Tahap kesimpulan, dilakukan:
 - Penyusunan rekomendasi langkah-langkah penghematan energi
 - Analisis kelayakan (*feasibility study*)
 - Kesimpulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sistem Uap

Uap dihasilkan oleh tiga unit boiler, masing-masing berkapasitas 4 ton/jam. Ketiga unit boiler tersebut baru beroperasi 1,5 tahun, menggantikan 2 unit boiler lama. Uap digunakan untuk proses *Dyeing*, *Weaving*, dan *Feedwater Tank* (ekonomiser). Setelah digunakan pada proses *Dyeing* dan proses *Weaving steam* tidak dikondensasikan, terbuang diudara bebas dan sebagian masuk ke saluran pembuangan menuju *waste water treatment*. Sedangkan *steam* yang digunakan untuk memanaskan air pada *feed water tank* dibuang udara terbuka dan kesaluran *waste water treatment*. Pemanasan in merupakan bagian dari sistem ekonomiser dari boiler lama. Pada boiler baru ekonomiser menjadi satu kesatuan dari unit boiler. Sistem uap PT. X pada saat dilakukan audit dapat dilihat pada gambar-2.



Gambar 2. Sistem Uap pada Industri Tekstil.

Data operasi dan parameter kritis;
 Penggunaan uap pada proses 9 ton/jam.
 Tekanan uap (*header*); 5,5 – 6,5 bar
 Tekanan uap pada proses *Dyeing* ; 4 - 5 bar
 Tekanan uap pada proses *Weaving* ; > 5,5 bar
 Biaya bahan bakar, LNG; Rp 3.840,-/Nm³
 Biaya *make-up water*; Rp 526,-/m³

4.2. Data Hasil Pengukuran

Data operasi boiler pada bulan Mei 2014 disajikan pada table-2.

Tabel 2. Data Operasi Boiler (Mei 2014)

Boiler	Average Feed Water Flow (litre/hr)	Average Fuel Flow (m ³ /hr)	Average Steam Flow (kg/hr)	Average Blow Flow (litre/hr)	Average Ex. Gas Temp Max, (°C)	Operation Time (jam)	Average Load Factor (%)
Boiler-1	2.387,79	156,34	2.108,13	238,75	132,13	648,3	64,2
Boiler-2	2.291,46	149,78	2.022,40	229,06	128,16	653,7	61,5
Bolier-3	2.333,75	152,07	2.058,96	233,42	132,44	673,4	62,4

Pengukuran temperatur *blowdown* tidak dapat dilakukan untuk setiap unit, karena saluran pembuangan *blowdown* menjadi satu untuk ketiga boiler. Data hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada tabel-3, dan data hasil pengukuran kualitas gas buang dapat dilihat pada tabel-4.

Tabel 3. Data kualitas air (Mei 2014)

Water	Average TDS (ppm)	Average Conductivity (µs)	Average Temperature (°C)
Feedwater	85,46	170,76	62,36
Blowdown	1.840,00	3.600	163,0

Untuk data temperatur *stack* tidak menunjukkan keadaan sesungguhnya, karena temperatur tersebut diukur setelah panas buang dimanfaatkan oleh internal ekonomiser. Untuk melakukan perhitungan efisiensi temperatur gas buang yang digunakan adalah yang tercatat pada data operasional Mei 2014 (tabel-2).

Tabel 4. Data hasil pengukuran gas buang

Boiler	O ₂ (%)	CO (ppm)	Eff (%)	CO ₂ (%)	T Stack (°C)	T Air (°C)
Boiler-1	3,29	13,43	88,20	9,93	97,83	39,7
Boiler-2	3,68	3,33	88,15	9,72	96,50	38,9
Bolier-3	4,50	1,50	87,97	9,27	98,50	39,7

Data penggunaan uap pada proses produksi ditunjukkan pada tabel-5.

Tabel 5. Penggunaan uap pada bulan Mei 2014

User	Steam		Production
	tonne	%	
Spinning	42	1,26	979,01 bales
Weaving	363,25	10,91	752.431,25 meter
Dyeing Kain	1.155,50	34,71	624.423,75 meter
Dyeing Benang	1.768	53,12	85.145,15 kg
Utility	-	-	- -
Total	3.328,75	100	

4.3. Pembahasan

4.3.1. Efisiensi Boiler

Berdasarkan data-data pada tabel-2, tabel-3 dan tabel-4 maka efisiensi masing-masing boiler dan efisiensi rata-rata ketiga boiler hasil perhitungan adalah sebagai berikut;

Efisiensi Boiler #1 = 84,62%,

Efisiensi Boiler #2 = 84,44%,

Efisiensi Boiler #3 = 84,04%

Efisiensi Boiler *rata-2* = 84,37%

Dengan menggunakan *Stack Loss Calculator* (SSAT) diperoleh nilai *stack loss* sebesar 14,4%, sehingga diperoleh efisiensi boiler 85,6%. Jika dibandingkan dengan standar efisiensi boiler menurut pabrikan 85%, maka nilai efisiensi aktual sebesar 84,04% – 85,60% sudah baik. Dapat dikatakan boiler telah dioperasikan dengan baik.

4.3.2. Distribusi Uap

Seperti yang diperlihatkan pada gambar-2 uap yang dihasilkan digunakan untuk proses *Dyeing*, proses *Weaving* dan memanaskan *feed water* (*economizer*). Uap didistribusikan melalui *header* dan pipa terisolasi. *Flow meter* hanya terpasang pada pipa distribusi untuk proses *Weaving*. Pipa distribusi uap untuk proses *Dyeing* dan pemanas air umpan tidak memiliki *flow meter*. Untuk mendinginkan mesin-mesin *dyeing* digunakan air pendingin yang bersumber dari *makeup water*. Setelah mendinginkan mesin-mesin *dyeing* air dengan temperature 60 – 70 °C dialirkan ke tangki penampung. Air kemudian dialirkan langsung ke *feed water tank* dan ke *water treatment tank*.

Sistem boiler lama menggunakan uap untuk memanaskan air umpan melalui *economizer*, dan selanjutnya uap dilepas ke udara terbuka. Pada saat ini suplai uap untuk memanaskan *feedwater* telah dihentikan, karena unit boiler baru telah memiliki ekonomiser internal.

Perawatan terhadap *steam traps* dilakukan terakhir kali pada 3 tahun yang lalu, saat ini diindikasikan terdapat 20% *steam traps* yang tidak berfungsi dengan baik. Disamping itu ditemukan di beberapa titik *steam leaks* termasuk yang digunakan untuk keperluan non-produksi. Perlu dilakukan pendataan dan perawatan terhadap kondisi *steam traps* dan *steam leaks* yang terjadi saat ini.

Feedwater tank perlu mendapat perawatan dan perbaikan. Penutup tangki terbuka sebagian, hal ini dapat menyebabkan kehilangan panas dan masuknya kotoran ke dalam tangki. Pipa dari *feedwater tank* ke boiler tidak diisolasi, temperature *feedwater* pada tangki 62 – 65 °C turun menjadi 50 – 55 °C sebelum masuk ke boiler.

4.3.3. Blowdown Rate

Blowdown rate diseting sebesar 10% dari kapasitas boiler (tabel-2) sesuai ketentuan dan petunjuk dari pabrikan. Jika melihat perbandingan (β) antara TDS

maupun *conductivity* antara *feewater* dan *blowdown* sebesar 4,6% (TDS) dan 4,7% (*conductivity*) maka *blowdown rate* masih dapat dikurangi dari 10% menjadi 5%. Penurunan ini dilakukan dengan mengubah seting *blowdown* secara otomatis.

4.4. Peluang Penghematan

Dari hasil pembahasan diperoleh peluang penghematan energi sebagai berikut;

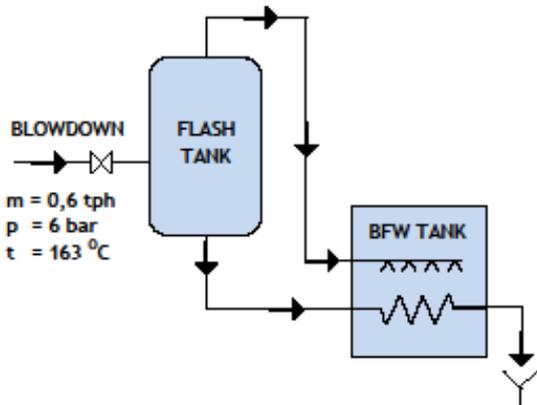
4.4.1. Menurunkan *Blowdown Rate*

Blowdown rate saat ini 10% terlalu besar, jika menggunakan hasil perhitungan $\beta \approx 4,7\%$. Direkomendasikan untuk mengurangi *blowdown rate* dari 10% menjadi 5% dengan melakukan perubahan seting pada panel kontrol operasi boiler. Dengan melakukan pengurangan *blowdown rate* dari 10% menjadi 5% maka akan diperoleh penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 84.375 Nm³/tahun atau setara dengan Rp 324.000.000,-/tahun (DOE SSAT software). Untuk menurunkan *blowdown rate* tidak diperlukan biaya.

4.4.2. Memanfaatkan *Blowdown*

Blowdown memiliki potensi untuk dimanfaatkan uap yang dikondensasikan dan panas yang masih terkandung di dalamnya. Saat ini *blowdown* hanya dialirkan ke saluran pembuangan.

Direkomendasikan untuk memanfaatkan *blowdown* dengan mekondensasikan untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai *feedwater*. Selain itu *blowdown* dapat digunakan untuk memanaskan *feedwater* dengan menggunakan instalasi *tube economizer* yang sudah terpasang di *feedwater tank*. Untuk itu perlu diinstal sebuah *flash tank* kapasitas 2 m³ untuk mengkondensasi uap pada tekanan atmosfer (gambar-3).



Gambar 3. Instalasi flash tank blowdown

Dengan memanfaatkan *blowdown* untuk mesuplai *feedwater* dan memanaskan *feedwater* akan diperoleh penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 53.125 Nm³/ per tahun atau setara Rp 204.000.000,-/tahun (DOE SSAT software).

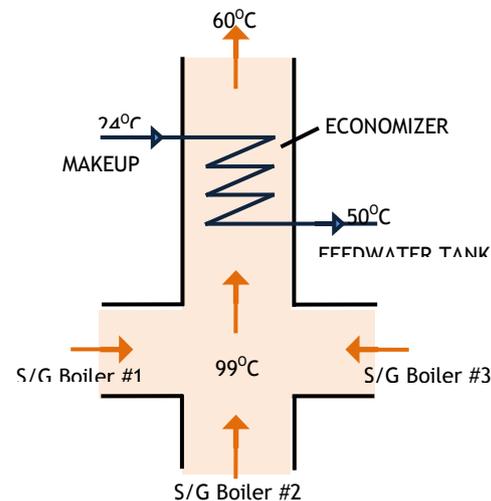
Biaya yang diperlukan adalah untuk memasang satu buah *flash tank* kapasitaas 2 m³, dan mengubah instalasi ekonomiser yang mengalirkan uap dari *header* ke *feedwater tank* menjadi instalasi yang mengalirkan *blowdown* ke *feedwater tank*. Total

perkiraan biaya adalah Rp 30.000.000,-. Hasil perhitungan menunjukkan *payback period* selama 1,8 bulan.

4.4.3. Memasang Ekonomiser

Panas buang memiliki temperatur 97°C – 99°C. Panas tersebut dapat dugunakan untuk memanaskan air umpan yang berasal dari *makeup water* dengan memasang ekonomiser, seperti yang diperlihatkan pada gambar-4.

Untuk itu perlu di cek temperatur *dew point*. Jika temperatur gas buang setelah ekonomiser < suhu *dew point* tidak layak karena bisa terjadi kondensasi di *stack*. Setelah itu dihitung *heat duty* panas *flue gas* jika < dari panas yang dibutuhkan menaikkan suhu *makeup water* dari 24°C ke 50°C, maka di coba dengan menurunkan dari 50°C ke 40°C. Perlu dilakukan *due diligence* untuk kelayakan.



Gambar 4. Instal ulang ekonomiser

Dengan memanfaatkan panas gas buang untuk memanaskan *makeup water* sebelum masuk ke *feedwater tank*, dengan memasang ulang ekonomiser boiler lama, maka akan diperoleh penghematan konsumsi bahan bakar sebesar 93.000 Nm³/ per tahun atau setara Rp 360.000.000,-/tahun.

Biaya yang diperlukan adalah untuk memindahkan dan memasang ulang ekonomiser boiler lama ke unit boiler baru dan biaya menggabungkan saluran gas buang. Total perkiraan biaya adalah Rp 60.000.000,-. Hasil perhitungan menunjukkan *payback period* selama 2,04 bulan.

4.4.4. Pemeliharaan Sistem Distribusi Uap

a. Steam Traps

Saat dilakukan audit tidak terdapat data yang akurat berapa jumlah *steam traps*. Begitu pula dengan data spesifikasi *steam traps* dan lokasi *steam traps* ditempatkan. Hal ini menyulitkan dalam perawatan *steam traps*. Menurut beberapa refrensi, *steam traps* yang belum pernah

mendapat perawatan selama 3 sampai 5 tahun, kemungkinan mengalami kerusakan mencapai 15 - 30%. Biaya dari 1 (satu) *steam trap* yang rusak/bocor dalam suatu sistem dapat mencapai puluhan juta rupiah per tahun. Untuk itu perlu dilakukan pendataan ulang, baik jumlah maupun jenis dan spesifikasi, serta lokasi *steam trap*.

b. *Steam Leaks*

Ditemukan beberapa kebocoran uap yang belum ditangani dengan baik. Berupa kebocoran pada *valve* maupun penggunaan lainnya yang tidak dirawat dengan baik. Jika dihitung dalam satu tahun kerugian uap bocor dapat ribuan meter kubik pertahun. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan kebocoran dan perencanaan program perawatan jalur distribusi agar tidak terjadi kebocoran.

c. *Memperbaiki Isolasi Pipa*

Terdapat beberapa pipa distribusi uap yang isolasi nya terbuka, dan kebanyakan katup tidak diisolasi. Begitu juga dengan penutup *feedwater tank* terbuka sebagian karena rusak. Rugi-rugi panas pada katup tanpa isolasi setara dengan rugi-rugi panas 1 meter pipa tanpa isolasi. Nilai kerugian 1 meter pipa berdiameter 25 mm tanpa isolasi adalah 12 MJ/jam atau setara dengan 333 liter bahan bakar minyak per tahun. *Feedwater tank* yang tidak tertutup dengan baik berpotensi kelilangan panas dan masuknya kotoran ke dalam tank. Kotoran akan berakibat tingginya TDS di dalam *feed water*.

Untuk itu direkomendasikan melakukan perbaikan pada isolasi pipa yang rusak, mengisolasi katup-katup, dan memperbaiki penutup *feedwater tank*.

Dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan sistem distribusi uap maka akan diperoleh;

- Meningkatkan kinerja boiler
- Menghilangkan rugi-rugi panas pada jalur distribusi uap.
- Menjamin kelancaran dan kecukupan distribusi uap untuk keperluan produksi.

5. SIMPULAN

Unjuk kerja boiler masih cukup baik jika dilihat dari efisiensi. Hasil perhitungan menunjukkan efisiensi boiler berkisar antara 84,37 – 85,60 %, sedangkan

efisiensi standar menurut pabrikan adalah 85%.

Potensi penghematan sistem uap dapat diperoleh melalui; (i) menurunkan *blowdown rate* dari 10% menjadi 5%, (ii) mekondensasikan *blowdown* menggunakan *flash tank* dapat dimanfaatkan untuk pasokan *feedwater* sekaligus memanaskan *feedwater* dan (iii) memanfaatkan panas gas buang untuk memanaskan *makeup water* sebelum masuk ke *feedwater tank*, dengan memasang ulang ekonomiser boiler lama.

Terdapat potensi penghematan energi yang harus ditindaklanjuti, yaitu dengan melakukan; (i) program pemeliharaan *steam traps*, (ii) program pemeliharaan mengatasi *steam leaks*, dan (iii) program pemeliharaan dan perbaikan isolasi pipa distribusi uap dan *feedwater tank*.

DAFTAR PUSTAKA

- Indra Karya, PT., 2014, *Laporan Audit Energi di Sektor Industri Kertas dan Tekstil, PT Unitex Tbk.*, Ditjen EBTKE Kemen ESDM, Jakarta.
- Muhammad Firdausi, et. al., 2014, *Steam System Assesment Report, PT Unitex Tbk.*, UNIDO Industrial Energy Efficiency Project, Jakarta.
- Papar Riyaz, et. al., 2011, *Training Manual; 2-Day User Industrial Steam System Optimization (SSO) Training*, UNIDO Industrial Energy Efficiency Project, Vienna.
- The American Society of Mechanical Engineers, *Fired Steam Generators – Performance Test Codes*, ASME PTC-4, 2008.
- US Department of Energy's Industrial Technologies Program, September 2010, *Improving Steam System Performance – A Sourcebook for Industry*.
- US Department of Energy Industrial Technologies Program – *Steam BestPractices Publications* - <http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/publications.asp>
- US Department of Energy Industrial Technologies Program – *Steam BestPractices Software Tools Suite*- <http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/software.html>