

ANALISA NPERBADINGAN BAHAN BAKAR BATU BARA DENGAN CANGKANG SAWIT TERHADAP BOILER CFB DI PT INDONESIA CHEMICAL ALUMINA

Doddy Irawan^{1*}, Evan Susanto², Gunarto³ dan Eko Julianto⁴

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak

Jalan Ahmad Yani No. 111 Pontianak (78124) Telp. 0411-585637

*irawan.doddy@unmuhpnk.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar boiler di PT. ICA Tayan. Boiler adalah pesawat untuk memproduksi uap pada suatu jumlah tertentu pada setiap jamnya dengan suatu tekanan dan suhu yang telah ditentukan besarnya. Boiler atau ketel uap adalah suatu bejana/wadah yang di dalamnya berisi air atau fluida lain untuk dipanaskan. Proses pendidihan memerlukan energi panas yang diperoleh dari sumber panas misalnya dari pembakaran bahan bakar yang berupa padat, cair dan gas, bahan bakar utama yang digunakan batu bara dengan nilai kalori 5040 Kcal tipe (sub-bituminus) dan bahan bakar perbandingan adalah cangkang sawit (biomasa) nilai kalori 4760 Kcal. Nilai kalor tiap – tiap bahan bakar dihitung dengan mengetahui komposisi tiap-tiap bahan bakar dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada dari literatur, perhitungan konsumsi bahan bakar, volume ruang bakar, efisiensi dari tiap-tiap bahan bakar terhadap boiler dan efisiensi biaya dari tiap-tiap bahan bakar yang digunakan. Dari perhitungan tiap-tiap bahan bakar maka didapat hasil bahwa. Efisiensi bahan bakar menggunakan bahan bakar cangkang lebih banyak di bandingkan bahan bakar batu bara. Kemudian dari segi biaya bahan bakar cangkang lebih murah dengan menggunakan pemakaian yang banyak dari pada bahan bakar batu bara yang lebih mahal dengan pemakaian yang kecil

Kata Kunci : *Boiler, Pipa air, Efisiensi pembakaran, Nilai Kalori Bahan Bakar*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari steam yang digunakan untuk memutar turbin agar dapat membangkitkan energi listrik melalui generator. Steam yang diperoleh berasal dari perubahan fase air yang berada pada boiler akibat mendapatkan energi panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Secara garis besar sistem pembangkit tenaga uap terdiri dari beberapa peralatan utama di antaranya : Boiler, Turbin dan Generator.

Boiler adalah suatu bejana tertutup di mana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuknya air panas atau steam. Steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Sistem boiler terdiri dari air umpan , sistem steam dan sistem bahan bakar. Seperti halnya boiler Pembangkit di Pabrik Indonesia Chemical Alumina juga menggunakan air umpan yang berasal dari pengolahan air sungai kapuas. Dan bahan bakar yang digunakan ialah batu bara tipe subtituminus di karenakan bahan bakar ini terjangkau murah sehingga banyak pabrik atau industri yang menggunakannya.

Biomassa sebagai bahan bakar alternatif yang idealnya berasal dari energi yang bisa di perbarui salah satunya limbah kelapa sawit. Pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler ialah media cangkang dari kelapa sawit itu sendiri. Limbah cangkang sawit mudah di temui

apalagi khususnya daerah Kalimantan yang mempunyai banyak Industri kelapa sawit. Limbah cangkang sawit memiliki harga lebih jauh murah dari pada batu bara dan banyak Pembangkit listrik menggunakan media bahan bakar ini. Di karenakan juga dapat meningkatkan efisiensi thermis pada boiler.

Untuk itu adanya analisa perbandingan bahan bakar batu bara dengan cangkang sawit (biomassa) terhadap konsumsi bahan bakar pada boiler di PT. Indonesia Chemical Alumina.

Dari hasil analisa yang didapati nantinya diharapkan dapat dilakukan tindak lanjut yang berdampak baik untuk meningkatkan unjuk kerja boiler agar semua proses pengolahan dan produksi dapat berjalan dengan baik dan lancar.

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. Air yang lebih panas memiliki berat jenis yang lebih rendah dibanding dengan air yang lebih dingin, sehingga terjadi perubahan berat jenis air di dalam boiler. Air yang memiliki berat jenis yang lebih kecil akan naik, dan sebaliknya air yang memiliki berat jenis yang lebih tinggi akan turun ke dasar. (UNEP, 2004 Jurnal Teknik Industri, Vol. 11, No. 1, Juni 2009).

Hasil penelitian pemakaian bahan bakar 75% untuk serabut (*fiber*) dan 25% untuk cangkang (*shell*) dibandingkan dengan metode langsung (*indirect method*) diperoleh selisih yang cukup signifikan melebihi 5% yang ditetapkan oleh peneliti. Selain itu diperoleh efisiensi thermos tertinggi pada komposisi bahan bakar 25% serabut : 75% cangkang sebesar 89,29% dan efisiensi terendah pada komposisi bahan bakar 0% serabut : 100% cangkang sebesar 61,76%. (Grata Patisarana, Mulfi Hazwi. Jurnal Dinamis, Volume I, No.11, Juni 2012 Universitas Sumatra utara. Optimalisasi efisiensi thermis boiler menggunakan serabut dan cangkang sawit sebagai bahan bakar).

Dari hasil penelitian Semakin besar eksese udara yang diberikan maka konsentrasi CO₂ semakin meningkat, sedangkan sebaliknya konsentrasi CO cenderung menurun. Kondisi temperatur unggun yang dihasilkan sangat bervariasi di mana pada kondisi udara berlebih 10-30% temperatur unggun meningkat sebaliknya untuk udara berlebih 40-50% temperatur unggun cenderung menurun. Semakin tinggi kandungan biomassa dalam campuran bahan bakar maka efisiensi pembakaran semakin tinggi. Efisiensi pembakaran maksimum untuk campuran didapat pada kondisi 50% udara berlebih dengan rasio biomassa/batubara (% berat) 50:50. (Mahidin, Khairil, Adisalamun1, Asri Gani1. Reaktor, Vol. 12 No. 4, Desember 2009, Universitas Syiah Kuala. Karakteristik pembakaran batubara peringkat rendah, cangkang sawit dan campurannya dalam *Fluidized Bed Boiler*).

Bahan bakar fiber dan cangkang sawit lebih ekonomis dan menguntungkan sebagai penghasil energi listrik karena energi listrik yang dihasilkan lebih besar dan biayanya lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar solar, yaitu : bahan bakar fiber = 2.770,544 kkal/Kg, cangkang sawit = 3.881,15 kkal/Kg = 4,513 kWh dan solar = 2149,75 kkal = 2,5 kWh. Sehingga Biaya produksi listrik PLTU sebagai *domestic power* lebih ekonomis dibandingkan dengan PLTD dan biaya pemakaian tarif tenaga listrik PT. PLN (Persero) untuk golongan bisnis menengah B2 (6.600-200.000 VA) sebesar Rp. 972,-/kWh. (Gideon Rewin Napitupulu, Eddy Warman. Singuda Ensikom, VOL.11 NO.30, MEI 2015, Universitas Sumatera Utara. Studi Kelayakan Ekonomis PLTU Berbahan Bakar Fiber dan Cangkang kelapa Sawit Sebagai Domestic Power).

Dari hasil Telah didapatkan analisis teknis yang menunjukkan bahwa kebutuhan kalor boiler PLTU PT.Suka Jaya Makmur dengan kapasitas normal 32-33 ton/jam adalah 24.679.424 KCal/jam, dan jumlah bahan bakar batubara yang diperlukan adalah 5,9 ton/jam atau 50.692,8

ton/tahun, dan bahan bakar kayu perlu 6,2 ton/jam atau 53.270,4 ton/tahun, sedangkan limbah padat kelapa sawit (cangkang) hanya diperlukan 5,1 ton/jam atau 43.819,2 ton/tahun. Limbah padat kelapa sawit (cangkang) lebih sedikit yang dibutuhkan daripada bahan bakar kayu dan batubara, yaitu 5,1 ton/jam atau 43.819,2 ton/tahun karena nilai kalori cangkang lebih tinggi dari batubara dan kayu.. (Akhdijatul, Erick Radwitya, Yudi Chandra. ELKHA , Vol. 10, No.2, Oktober 2018, pp. 49-55. Politeknik Negeri Ketapang. Analisis Teknis dan Ekonomis Dalam Penggunaan Bahan Bakar Biomassa Di Pusat Listrik Tenaga Uap Studi Kasus di PLTU PT. Suka Jaya Makmur)

2. METODE PENELITIAN

Dalam kesempatan ini, Peneliti mencoba menganalisa serta menghitung seberapa besar konsumsi bahan bakar oleh boiler CFB (*circulating Fluidized bed*) dengan kapasitas 75 ton/jam, untuk menunjang perhitungan tersebut dibutuhkan data-data aktual dilapangan serta yang terbaca pada alat ukur yang ada sebagai tolak ukur perhitungan, dimana dalam penelitian ini akan diambil data-data aktual dari hasil pembacaan alat ukur yang ada baik dilapangan maupun di *control room* yang terjadi selama proses pembakaran berlangsung. Setelah didapat data-data tersebut akan di olah dan dikembangkan dalam bentuk perhitungan dan analisa yang didapat setelah penelitian dilaksanakan.

2.1 Parameter Pengukuran

Parameter yang di ukur dalam dalam penelitian adalah :

Sub Sistem pembakaran dan boiler

Parameter yang diukur antara lain:

- Jumlah air umpan (Ton/Jam).
- Jumlah steam yang dihasilkan (Ton/Jam).
- Konsumsi batu bara per jam (Ton/Jam).

Data yang dibutuhkan antara lain:

- Tekanan steam (bar).
- Suhu steam ($^{\circ}\text{C}$).
- Suhu air umpan ($^{\circ}\text{C}$).
- Suhu udara yang dipasok ($^{\circ}\text{C}$).

2.2 Menghitung HHV dan LHV

$$\text{HHV} = 33950 C + 144200 \left(\text{H}_2 - \frac{0,2}{8} \right) + 9400 S$$

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 2400 (M + 9 \text{H}_2)$$

HHV = High Heating Value

C = Persentase Karbon dalam bahan bakar

H₂ = Persentase Hidrogen dalam bahan bakar

O₂ = Persentase Oksigen dalam bahan bakar

S = Persentase Sulfur dalam bahan bakar

- Efisiensi Boiler

$$\eta \text{ boiler} = \frac{W_s \cdot (h_{\text{main steam}} - h_{\text{feed water}})}{\text{nilai kalori bahan bakar}}$$

- **Kebutuhan Kalor Boiler**

$$Q \text{ bahan bakar} = \frac{M_s \cdot (h_v - h_i)}{\eta}$$

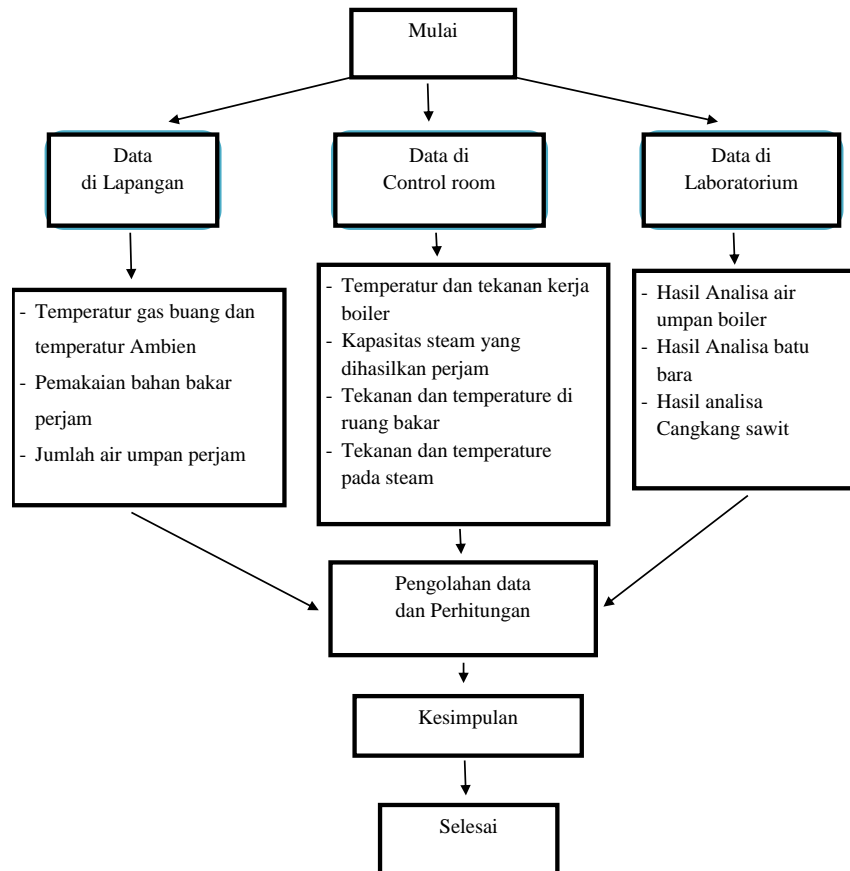
- **Kebutuhan Massa Bahan Bakar**

$$M_f = \frac{Q \text{ bahan bakar}}{\text{Nilai Kalori bahan bakar}}$$

- **Daya yang di bangkitkan Generator**

$$P_{\text{gen}} = M \text{ masuk Turbin} \times \text{Efisiensi Generator}$$

Proses penelitian juga ditulis dalam bentuk flow chart yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Flow chat alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Bahan dan Alat

Spesifikasi boiler yang di gun akan adalah circulating fluidized bed (CFB)

Tipe : *Water Tube (Pipa Air)*

Brand : *WuXi Huaguang*

Tabel 1. Spesifikasi Boiler PT. Indonesia Chemical Alumina

Parameter	Satuan	Nilai spesifikasi
Kapasitas Steam	Ton/jam	75
Tekanan steam	Mpa	5,3
Suhu steam	⁰ C	475
Pemakaian bahan bakar	Ton/jam	10
Tekanan pompa air umpan	Bar	75
Temperatur Ambient	⁰ C	31
Temperatur air umpan boiler	⁰ C	150
Temperatur gas buang	⁰ C	230
Flow rate batu bara	Kg/jam	12000
Temperatur permukaan boiler	⁰ C	980
Panas steam jenuh	⁰ C	220
Panas superheater	⁰ C	350

Dari tabel daya aktual dan daya teoritis menunjukkan selisih daya yang di dapat. Daya teoritis yang di dapat merupakan daya bruto dari perhitungan boiler steam produksi dan daya aktual dari genertor itu adalah daya netto dari generator, pengurangan pemakaian dari beban PLTU itu sendiri dan flow boiler steam produksi di bagi dua line yang masuk ke turbin dan untuk pemanas deaerator serta membantu proses industri di PT. Indonesia Chemical Alumina.

- Bahan bakar batu bara
 - Rata-rata konsumsi bahan bakar batu bara selama 1 bulan 8,2 ton/jam
 - Pemakaian tertinggi bahan bakar batu bara selama 1 bulan 10,45 ton/jam
 - Pemakaian terendah bahan bakar batu bara selama 1 bulan 3,46 ton/jam
- Bahan bakar cangkang
 - Rata-rata konsumsi bahan bakar cangkang selama 1 bulan 8,7 ton/jam
 - Pemakaian tertinggi bahan bakar cangkang selama 1 bulan 11,07 ton/jam
 - Pemakaian terendah bahan bakar cangkang selama 1 bulan 3,66 ton/jam

Dalam perhitungan biaya bahan bakar boiler, nilai bahan bakar batu bara Rp 1.300 /kg dan nilai bahan bakar cangkang Rp 700 /kg.

Jumlah pemakaian batu bara

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata konsumsi} & 8,2 \text{ ton/ jam} \times 24 \text{ jam} = 196,8 \text{ ton /hari} \\ & 184,8 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari} = 5.904 \text{ ton /bulan} \end{aligned}$$

Harga Bahan bakar batu bara Rp 1.300 /kg = Rp 1.300.000 /ton Jumlah
Pemakaian batu bara 5.904 ton /bulan

$$\begin{aligned} C_f &= \text{Rp } 1.300.000 /\text{ton} \times 5.904 \text{ ton /bulan} \\ C_f &= \text{Rp } 7.675.200.000 \end{aligned}$$

Jumlah pemakaian cangkang

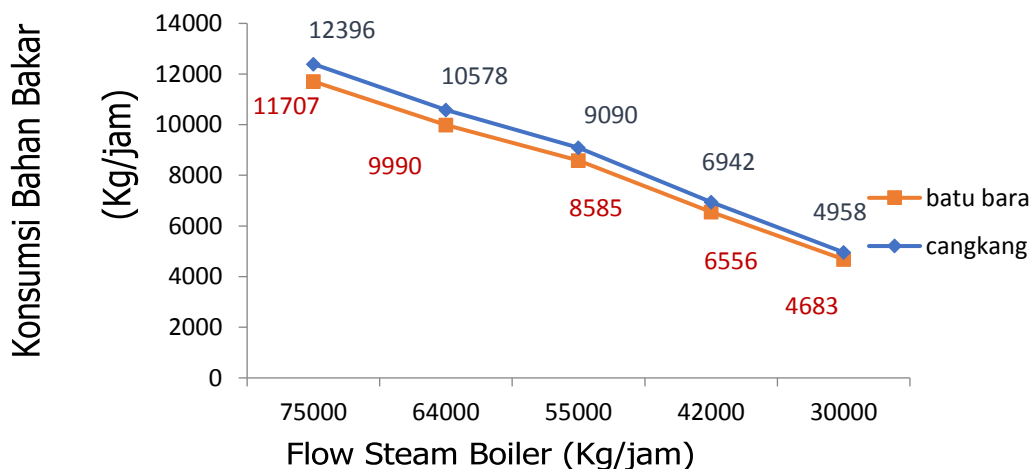
$$\begin{aligned} \text{Rata - rata konsumsi} & 8,7 \text{ ton/ jam} \times 24 \text{ jam} = 208,56 \text{ ton/hari} \\ & 195.84 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari} = 6.256 \text{ ton /bulan} \end{aligned}$$

Harga Bahan bakar cangkang Rp 700 /kg = Rp 700.000 /ton Jumlah
Pemakaian cangkang 6.256 ton /bulan

$$\begin{aligned} C_f &= \text{Rp } 700.000 /\text{ton} \times 6.256 \text{ ton /bulan} \\ C_f &= \text{Rp } 4.379.760.000 \end{aligned}$$

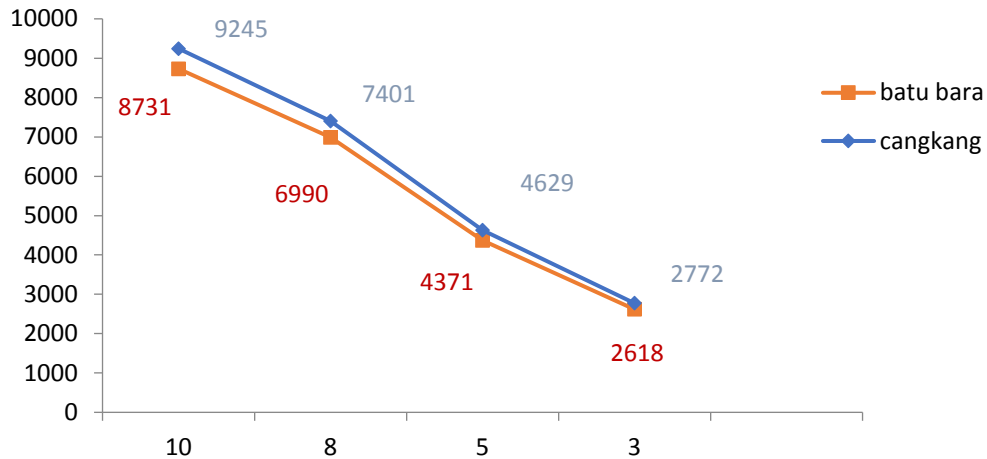
Dari perhitungan biaya bahan bakar batu bara dan bahan bakar cangkang untuk yang lebih ekonomis adalah biaya bahan bakar cangkang yaitu sebanyak Rp 4.379.760.000 /bulan walau pun jumlah pemakaiannya mencapai 6.256 ton /bulan. Sedangkan biaya pemakaian batu bara sebanyak Rp 7.675.200.000 /bulan dan jumlah pemakaiannya pun lebih rendah dari cangkang yaitu 5.904 ton /bulan.

3.2 Perbandingan kebutuhan bahan bakar



Gambar 1. Grafik konsumsi bahan bakar terhadap laju aliran massa uap boiler

Dari Grafik tersebut laju aliran konsumsi bahan bakarn cangkang lebih banyak dari pada pemakaian bahan bakar batu bara. Pada laju aliran massa uap boiler dengan kapasitas 75.000 kg pemakaian bahan bakar cangkang mencapai 12.395 kg/jam sedangkan bahan bakar batu bara 11.707 kg/jam. Pemakaian bahan bakar cangkang lebih banyak dari pad bahan bakar batu bara di karena nilai kalori cangkang 4.760 Kcal dari pada nilai kalori batu bara 5.040 Kcal.



Gambar 2. Grafik Konsumsi bahan bakar pada beban generator

Berdasarkan grafik di atas kebutuhan bahan bakar pada beban 3 Mw selisih di antara kedua bahan bakar ± 100 kg, bahan bakar cangkang lebih banyak dari pada bahan bakar batu bara, dan pada beban 10 Mw selisih antara kedua bahan bakar tersebut ± 500 kg dimana pemakaian bahan bakar cangkang lebih banyak yaitu mencapai 9,2 ton. Dapat disimpulkan semakin besar beban generator yang di pakai semakin banyak pemakaian bahan bakar cangkang dari pada pemakaian bahan bakar batubara.

4. KESIMPULAN

1. Telah dilakukan perhitungan terhadap nilai HHV dan LHV pada nilai kalor bahan bakar batu bara, HHV 1463121,8 kJ/kg dan LHV 1348315,4 kJ/kg, dan nilai HHV pada bahan bakar cangkang 1360910,5 kJ/kg, LHV bahan bakar cangkang 1064774,5 kJ/kg.
2. Telah didapatkan hasil perhitungan analisa yang menunjukkan bahwa kebutuhan kalor adalah 50. 192.920,48 kkal/jam, dan jumlah bahan bakar batu bara yang diperlukan adalah 9,95 ton/jam atau 7.170,4 ton/bulan, dan bahan bakar cangkang memerlukan 10,5 ton/jam atau 7.592,2 ton/bulan,
3. Untuk beban pada 10 MW bahan bakar batu bara yang di perlukan sebanyak 8,7 ton/jam dan bahan bakar cangkang memerlukan 9,2 ton/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Agus Chandra. 2014. Skripsi “*Analisa efisiensi pembakaran pada Boiler CFB kapasitas 75 ton/jam di PT. Indonesia Chemical Alumina*”. Universitas Muhammadiyah Pontianak, Fakultas Teknik Mesin
- Boiler Indonesia. “*Pemeliharaan Boiler*”. 30 April 2018. <https://boiler.co.id/pemeliharaan-boiler/>
- Djokosetyadjo, Ir. M. J (2006). “*Ketel Uap*”
- Grata Patisarana, Mulfi Hazwi. (2012). ” *Optimalisasi efisiensi thermis boiler menggunakan serabut dan cangkang sawit sebagai bahan bakar* ”
- Proses industri. “*Fungsi Boiler Serta Komponen Utamanya*”. 1 Mei 2018. <https://www.prosesindustri.com/2015/01/pengertian-boiler-serta-komponen.html>
- Supandi, *Manajemen Perawatan Industri*, Ganeca Exact Bandung
- UNEP, “*Boiler & Pemanas Fluida Thermis*” United Nation Environment Program, 2008