

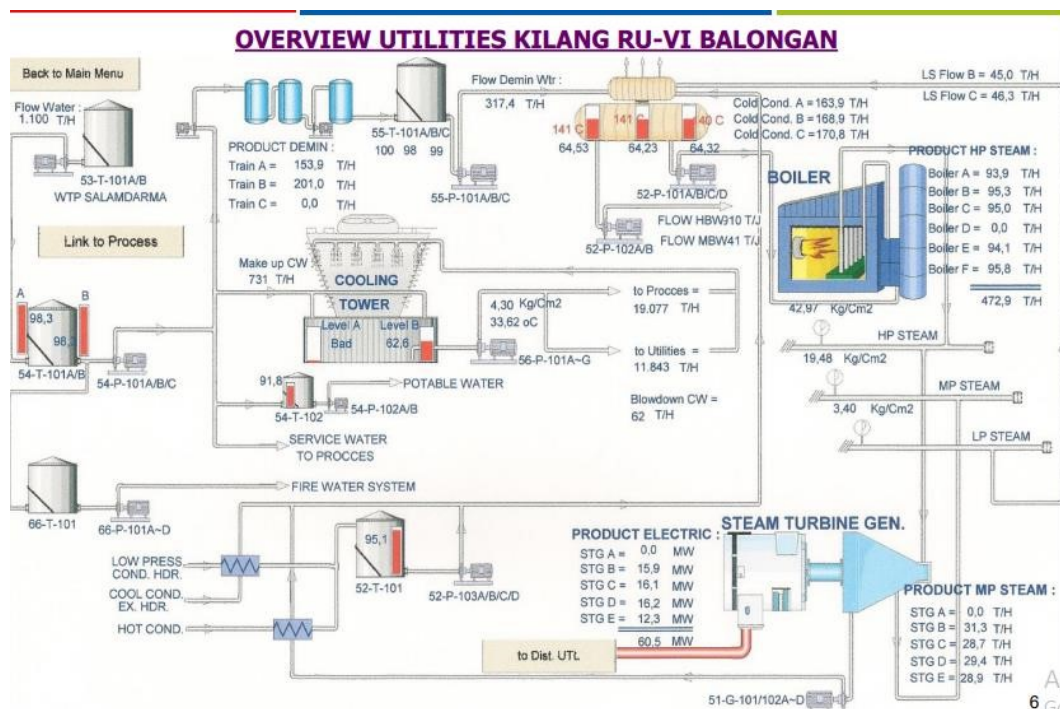


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Uraian Proses

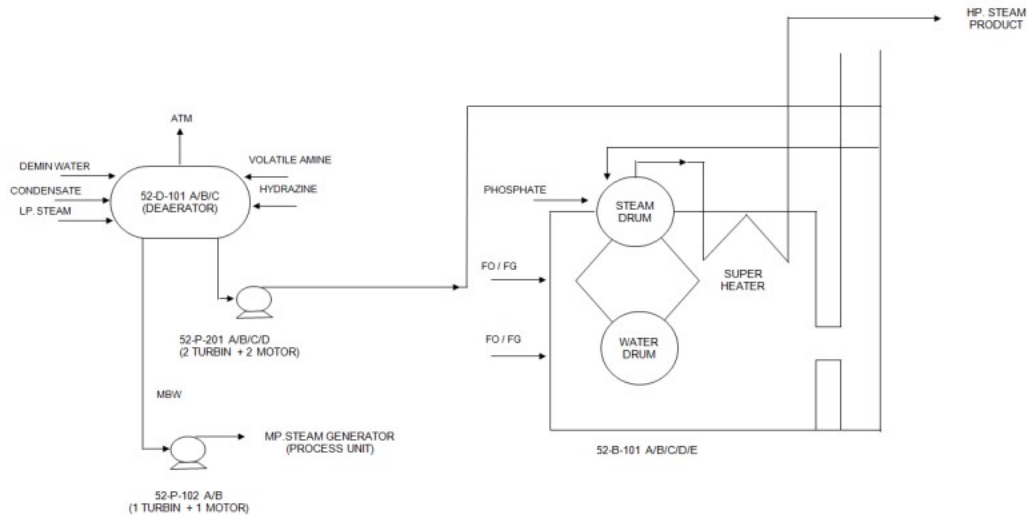
Boiler adalah sebuah ketel uap yang tertutup serta panas pembakaran diteruskan ke air, sampai menjadi air yang beruap panas atau steam. Setelah itu uap panas tersebut dalam tekanan, yang dimanfaatkan untuk suatu proses industri. (Djokosetyardjo, 2003). Sistem ketel uap ini terdiri dari beberapa bagian yaitu, sistem air bahan bakar, sistem uap panas dan sistem feed water. Sistem bahan bakar merupakan seluruh sistem keperluan untuk memanaskan sebuah ketel uap sedangkan peralatan bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar tersebut. Sistem feed water (air umpan) merupakan sistem boiler yang menyuplai segala keperluan air kedalam drum boiler. Sistem uap panas / steam merupakan sistem yang menampung kebutuhan steam dan mengontrolnya sesuai kebutuhan produksi, serta mengatur tekanan steam sesuai keperluan produksi.



Gambar II.1. Overview Utilitas PT.Pertamina RU VI Balongan



UNIT 52 (BOILER)



Gambar II.2. Overview Uniit 52 Boiler

Boiler terdapat 2 komponen utama yaitu:

1. Furnace (ruang bakar) sebagai alat untuk mengubah energi kimia menjadi energi panas.
2. Steam drum yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial steam (energi panas).

Boiler pada dasarnya terdiri dari drum yang tertutup ujung dan pangkalnya dan dalam perkembangannya dilengkapi dengan pipa api maupun pipa air. Banyak orang yang mengklasifikasikan ketel steam tergantung kepada sudut pandang masing – masing. Syarat - syarat boiler yang ideal, yaitu:

1. Dapat menghasilkan jumlah uap yang maksimum dengan jumlah bahan bakar yang minimum.
2. Kapasitas uap dan tekanan kerja harus konstan.
3. Perangkat pembakaran mampu membakar unsur-unsur bahan bakar secara sempurna sehingga di dapat hasil yang optimal.
4. Sirkulasi air harus baik agar diperoleh suhu yang merata pada seluruh bagian ketel, maka penyerapan kalor oleh air lebih efektif.
5. Konstruksi ketel sederhana, sehingga biaya pembuatan, operasi dan



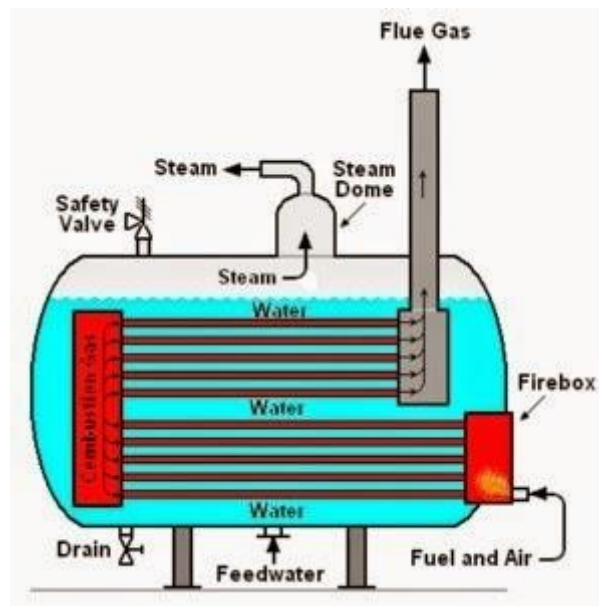
LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PERTAMINA RU VI BALONGAN
PERIODE AGUSTUS 2021

perawatan lebih ekonomis dan hemat tempat.

6. Alat-alat perlengkapan ketel harus berfungsi dengan baik sehingga ketel dapat beroperasi dengan baik dan aman.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan evaluasi dari produk boiler berdasarkan nilai emisi gas buang yang mencemari lingkungan, maka berikut klasifikasi boiler berdasarkan fluida yang mengalir, yaitu:

A. Fire tube boiler (ketel pipa api)



Gambar II.3. Boiler Fire Tube

Boiler pipa api merupakan pengembangan dari ketel lorong api dengan menambah pemasangan pipa –pipa api, dimana gas panas hasil pembakaran dari ruang bakar mengalir didalamnya, sehingga akan memanasi dan menguapkan air yang berada di sekeliling pipa –pipa api tersebut. Pipa -pipa api berada atau terendam didalam air yang akan diuapkan. Volume air kira-kira $\frac{3}{4}$ dari tangki ketel. Jumlah pass dari boiler tergantung dari jumlah laluan vertikal dari pembakaran diantara furnace dan pipa –pipa api. Laluan gas pembakaran pada furnace dihitung sebagai pass pertama boiler jenis ini banyak dipakai untuk industri pengolahan mulai skala kecil sampai skala menengah.

Kelebihan boiler fire tube yaitu:

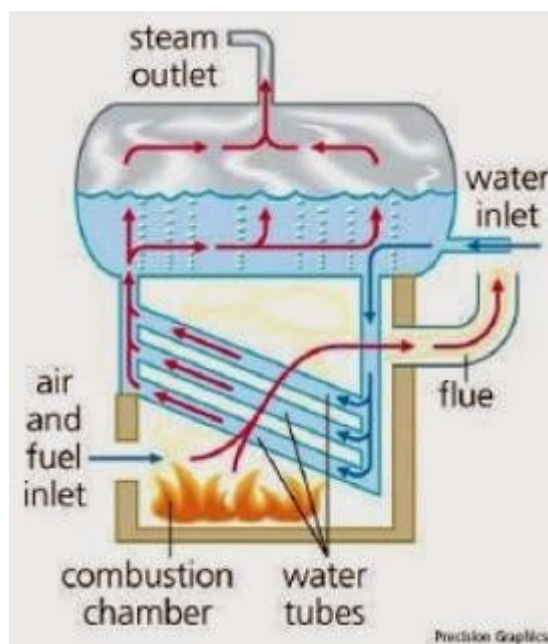
1. Tidak membutuhkan air isian boiler dengan kualitas yang tinggi



2. Kontruksi yang sederhana, sehingga perawatannya lebih mudah
3. Endapan lumpur yang terdapat pada boiler fire tube lebih mudah dibersihkan

Kekurangan boiler fire tube, yaitu:

1. Pemanasan awal boiler yang membutuhkan waktu lama
 2. Tekanan uap yang dihasilkan rendah
 3. Kapasitas uap yang dihasilkan kecil
- B. Water tube boiler (ketel pipa air)



Gambar II.4. Boiler Water Tube

Pada Ketel pipa air seperti tampak pada Gambar, air umpan boiler mengalir melalui pipa-pipa masuk kedalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakaran membentuk steam pada daerah uap dalam drum. Ketel ini dipilih jika kebutuhan steam dan tekanan steam sangat tinggi seperti pada kasus ketel untuk pembangkit tenaga listrik. Untuk ketel pipa air yang menggunakan bahan bakar padat, tidak umum dirancang secara paket. Karakteristik ketel pipa air sebagai berikut:

1. Force, induce dan balance draft membantu untuk meningkatkan efisiensi.
2. Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari pengolahan



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PERTAMINA RU VI BALONGAN
PERIODE AGUSTUS 2021

air.

3. Memungkinkan untuk tingkat efisiensi panas yang lebih tinggi.

Keuntungan boiler pipa air, yaitu:

1. Sanggup bekerja dengan tekanan tinggi.
2. Berat boiler yang relatif ringan.
3. Kapasitas yang besar.
4. Dapat dioperasikan dengan cepat, jadi dalam waktu yang singkat telah dapat memproduksi uap.

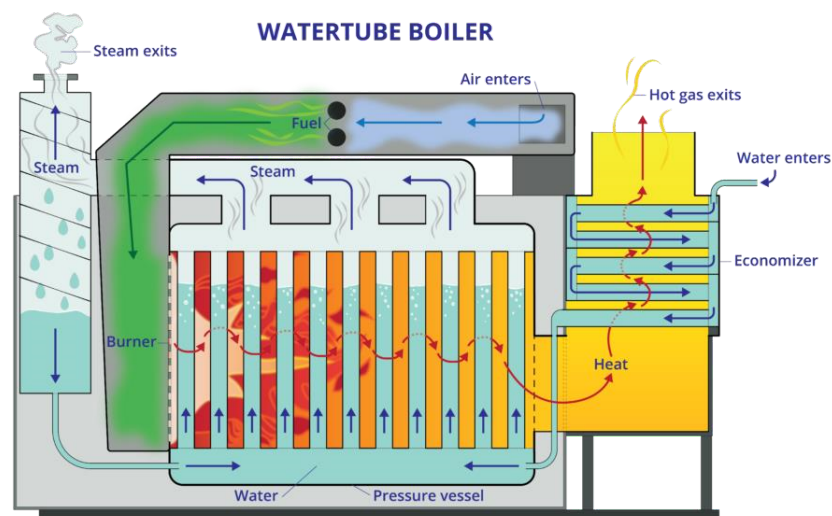
Kelemahan dari boiler pipa air, yaitu:

1. Kontruksi boiler sudah tidak sederhana lagi, sehingga perawatan lebih sulit dilakukan.
2. Menuntut air isian harus selalu bersih, agar tidak terjadi pembentukan batu ketel.
3. Perencanaan lebih sulit sehingga harganya mahal.

II.2. Uraian Tugas Khusus

Soal:

Sebuah Boiler type water tube dengan kapasitas 115 ton/jam dan efisiensi sebesar 75%, dioperasikan pada kondisi feed masuk 140 °C, feed steam 380°C pada tekanan 43 kg/cm². Berapakah bahan bakar yang diperlukan Boiler jika bahan bakar yang digunakan berupa decant oil?



Gambar II.5. Prinsip Kerja Boiler



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PERTAMINA RU VI BALONGAN
PERIODE AGUSTUS 2021

Diketahui bahwa:

Kapasitas boiler	: 115 ton/tahun	: 115000 kg/jam
Kebutuhan Bahan Bakar (desain)	: 8210 kg/h	: 18099,952 lb/jam
Jenis bahan bakar	: decant oil (C ₁₅ H ₃₂)	
Massa steam boiler B (ms)	: 95,3 ton/jam	: 190600 lb/jam
Efisiensi boiler (eb)	: 75%	
Heating value (F)	: 9300 kcal/kg	: 16728,80 btu/lb
Steam pressure	: 43 kg/cm ²	: 4216,86 kPa
Steam temperature	: 380 °C	: 716 F : 653,15 K
Water temperature	: 140 °C	: 284 F
Water pressure	: 52,52 lbf/in ² (McCabe, W., 1993 App 7 hal 1095)	
Water enthalpy (hf)	: 253,2840 btu/lb (McCabe, W., 1993 App 7 hal 1095)	
Steam enthalpy (h)	: 1380,1360 btu/lb (Smith, J. M., 2001 Tabel F2 Superheated Steam hal 742)	

Jawab:

Menghitung kebutuhan bahan bakar boiler (mf) (Severn, W. H., 1959 hal 142):

$$mf = \frac{ms(h - hf)}{F \times eb}$$

Keterangan:

ms	= massa steam
h	= enthalpy steam
hf	= enthalpy water
F	= heating value
eb	= efisiensi boiler

$$mf = \frac{190600 \frac{lb}{jam} (1380,1360 \frac{btu}{lb} - 253,2840 \frac{btu}{lb})}{16728,80 \frac{btu}{lb} \times 0,75}$$



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PERTAMINA RU VI BALONGAN
PERIODE AGUSTUS 2021

$$mf = \frac{190600 \frac{lb}{jam} \times 1126,852 \frac{btu}{lb}}{12546,6 \frac{btu}{lb}}$$

$$mf = \frac{214777991 \frac{btu}{jam}}{12546,6 \frac{btu}{lb}}$$

$$mf = 17118,4218 \frac{lb}{jam}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diatas, dapat diketahui bahwa nilai kebutuhan bahan bakar boiler yang diperoleh sebesar 17118,4218 *lb/jam*.

Berdasarkan Sdata desain kebutuhan bahan bakar Boiler 52-B-101B pada Unit 52 Utilities diperoleh sebagai berikut:

Tabel II.1. Kebutuhan Bahan Bakar Boiler berdasarkan data desain

Variabel	Data Desain
Kebutuhan Bahan Bakar	18099,952 lb/jam

Tabel II.2 Hasil Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar Boiler

Variabel	Hasil Perhitungan
Kebutuhan Bahan Bakar	17118,4218 lb/jam

II.2.1. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar boiler yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar boiler sebesar 17118,4218 lb/jam sedangkan data desain kebutuhan bahan bakar boiler sebesar 18099,952 lb/jam. Terdapat adanya selisih antara hasil perhitungan dengan data desain, dimana hasil perhitungan lebih rendah 5,4% yang artinya hasil perhitungan kebutuhan bakar bakar lebih sedikit dibandingkan dengan data kebutuhan bahan bakar menurut data desain. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh penggunaan economizer pada boiler di PT. PERTAMINA (Persero) RU VI yang dapat meningkatkan efisiensi dari boiler tersebut.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ainun, 2018), economizer



LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN
PT. PERTAMINA RU VI BALONGAN
PERIODE AGUSTUS 2021

memanfaatkan panas dari sisa pembakaran untuk memanaskan air umpan sehingga air yang masuk ke dalam boiler mempunyai suhu yang lebih tinggi yang mengakibatkan proses pencapaian uap lebih cepat dan pemakaian bahan bakar lebih sedikit sehingga dapat dikatakan bahwa boiler tersebut lebih efisien. Secara garis besar hal tersebut berdampak baik dari segala aspek yang menandakan bahwa boiler tersebut terpelihara dengan baik dimana energi panas dari sistem tidak terbuang percuma dan dapat mengurangi dampak emisi karbon gas buang sehingga lebih ramah terhadap lingkungan khususnya lingkungan sekitar pabrik.

Terdapat adanya syarat khusus feed water boiler dimana pH berkisar antara 8-9, kadar $O_2 < 0,03$ ppm, hydrazine $N_2H_4 > 0,01$ ppm, Iron Fe $< 0,1$ ppm, Copper (Cu) $< 0,05$ ppm, silica (SiO_2) $< 0,2$ ppm, conductivity < 10 cm. Agar memenuhi standar yang telah ditentukan untuk feed water boiler tersebut, maka perlu dilakukan water treatment terlebih dahulu seperti pemurnian dengan cara koagulasi dan flokulasi dengan adanya penambahan senyawa aluminium atau besi yang umumnya berbentuk sulfat, contohnya $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, dan $FeCl_3$ yang bertujuan untuk memurnikan air dari pengotor-pengotor yang dapat menghambat kinerja boiler. Jika syarat feed water boiler tersebut tidak memenuhi standar yang telah ditentukan maka akan menyebabkan beberapa masalah seperti munculnya kerak dan korosi pada boiler yang dapat menghambat kinerja dan mutu steam yang dihasilkan oleh boiler menjadi tidak optimal.