

## PERAWATAN BOILER/KETEL TAKUMA TEKANAN 21 BAR DENGAN MENGENDALIKAN RESIDUAL PHOSPHAT

Agung Subyakto<sup>1)</sup>, Sri Murwanti<sup>2)</sup>, Agus Surono<sup>3)</sup>, Imam Syafril<sup>4)</sup>,  
Dunat Indratmo<sup>5)</sup>, NurHusodo<sup>6)</sup>

<sup>1),2),3),4)</sup> Program Studi Diploma III Teknik Kimia FTI-ITS, Surabaya

<sup>5)</sup> Diploma III Teknik Sipil FTSP-ITS, Surabaya

<sup>6)</sup> Program Studi Diploma III Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya

Email : [glu\\_chem@chem-eng.its.ac.id](mailto:glu_chem@chem-eng.its.ac.id)

**Abstrak.** Ketel/boiler sebagai alat penghasil steam yang digunakan sebagai penggerak turbin dan atau kegiatan yang lain dalam industri / pabrik. Agar ketel berjalan dengan baik selalu memerlukan perlakuan dan pengawasan dalam pengoperasian ketel. Salah satunya adalah pengendalian kualitas air pengisi ketel dan air ketel. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga dan merawat ketel agar tidak terjadi kerak, korosi dan carry over maupun pecahnya ketel. Pengendalian perawatan ketel dilakukan di Pabrik Gula (PG) dengan cara mengendalikan kualitas air pengisi ketel (Boiler Feed Water/BFW), injeksi bahan kimia (perawatan dalam) dan blowdown air ketel. Air pengisi ketel dikendalikan kandungan mineralnya ( $\text{SiO}_2$ , Total Hardnes) harus sekecil mungkin dengan menggunakan proses softener (resin Kation) atau demin unit (resin Kation dan resin Anion). Sedangkan injeksi bahan kimia dengan mengendalikan penambahan soda (untuk mengendalikan pH air ketel), Phosphat untuk mengikat total hardnes (kesadahan total) yang lolos dari air pengisi ketel dan karena proses pemekatan air ketel. Blowdown dilakukan karena didalam air ketel akan terjadi proses pemekatan mineral mineral sehingga akan mengakibatkan kerak dan korosi. Hasil percobaan dengan mengendalikan air pengisi ketel (BFW) dengan pH 7,5 – 8,5, T. Hardnest maksimum 3 ppm,  $\text{SiO}_2$  maksimum 3 ppm dan TDS maksimum 100 ppm. Sedangkan air ketel (Boiler Water, BW) dikendalikan pada pH 10,5 – 11, T. Hardness maksimum 20 ppm,  $\text{SiO}_2$  maksimum 50 ppm, TDS (total dissolved solid) maksimum 2000 ppm dan residual ion phosphat antara 4 - 10 ppm. Dengan mengendalikan air pengisi dan air ketel diatas pada akhir giling (hari giling sekitar 140 hari) hasil yang diperoleh kondisi pipa, drum ketel cukup bagus.

**KataKunci:** Boiler Takuma, blowdown, carry over, demin unit, softener

### 1. Pendahuluan

Ketel uap adalah alat yang berfungsi menghasilkan uap pada suhu dan tekanan yang ditentukan atau bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam* berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air panas atau *steam* pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang kemudian digunakan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, maka volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik. Proses kerja dari boiler adalah energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem boiler memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang menentukan pemanfaatan *steam* yang akan digunakan. Berdasarkan ketiga hal tersebut sistem boiler mengenal keadaan tekanan rendah (*low pressure/LP*), dan Ketel Uap tekanan tinggi (*high pressure/HP*), dengan perbedaan itu pemanfaatan *steam* yang keluar dari sistem boiler dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*boilers*), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (*power boilers*). Namun, ada juga yang menggabungkan kedua sistem boiler tersebut, yang memanfaatkan tekanan-temperatur tinggi untuk membangkitkan energi listrik, kemudian sisa *steam* dari turbin dengan keadaan tekanan-temperatur rendah (Uap bekas) dapat dimanfaatkan ke dalam proses industri yang lain.

Berdasarkan fluida yang mengalir dalam pipa, maka boiler diklasifikasikan sebagai berikut :

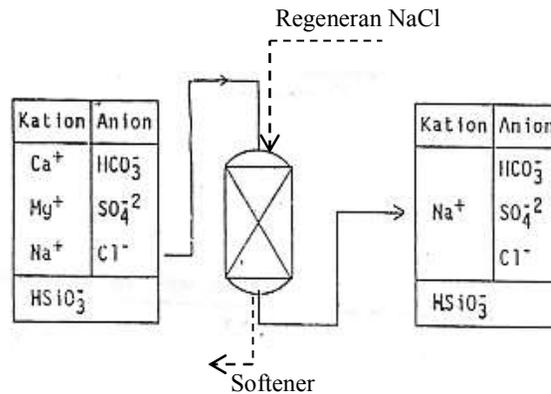
a. Ketel pipa api (*fire tube boiler*).

b. Ketel pipa air (*water tube boiler*).

Pada *fire tube boiler*, fluida yang mengalir dalam pipa adalah gas nyala atau gas pada hasil pembakaran, yang membawa energi panas (*thermal energy*), yang segera mentransfer ke air ketel melalui bidang pemanas (*heating surface*). Tujuan pipa-pipa api ini untuk memudahkan distribusi panas kepada air boiler. Pada *water tube boiler*, fluida yang mengalir dalam pipa adalah air dan disini energi panas ditransfer dari luar pipa (ruang dapur) ke air boiler [3].

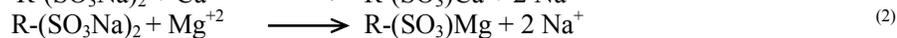
Sistem air boiler terdiri dari air pengisi boiler (BFW) dan air boiler (BW).

- a. Air pengisi ketel (*boiler feed water*), Air pengisi ketel didapatkan dari 2 sumber yaitu: air condensate, didapatkan dari hasil pengembunan uap bekas yang telah digunakan sebagai pemanas pada evaporator dan dari pengolahan luar (*external treatment*) dengan menggunakan *Softener* (resin kation) atau *demineralizer* (demin unit/resin kation dan anion). Softener berfungsi menurunkan kesadahan air, sedangkan demin unit berfungsi untuk menurunkan kesadahan air dan ion silikat.

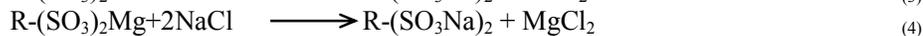
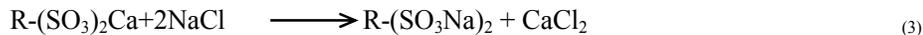


Gambar 1. Proses penurunan kandungan T. Hardness (Sotener)

Penyerapan hardness



Regenerasi

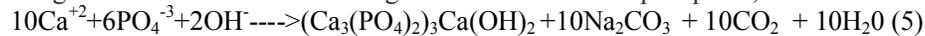


b. Air Boiler (BW)

Boiler atau ketel uap adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap air (steam). Proses penguapan air, tidak diikuti menguapnya padatan yang ada pada air pengisi ketel (ion kesadahan, ion silikat dll) sehingga mengakibatkan pemekatan padatan pada boiler dan akan mengakibatkan masalah kerak, korosi atau carry over [1].

Agar masalah tsb tidak terjadi maka perlu pengendalian konsentrasi padatan pada air pengisi boiler dan perlu penambahan bahan kimia (*internal treatment*) agar bias mereduksi padatan.

- Mengendalikan kerak Calsium dengan menambahkan ion phosphate,



- Mengendalikan Korosi, korosi bias diakibatkan karena oksigen terlarut dalam air. Kandungan oksigen bisa diatasi dengan deaerator dan menambahkan bahan kimia Sulfit (SO<sub>3</sub>) atau hidrasin (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).

- Mengendalikan Carry Over, terikutnya padatan pada aliran uap air (steam), hal ini terjadi karena TDS, pH yang tinggi.

Agar tidak terjadi kerak, korosi dan carry over maka air boiler perlu dikendalikan kandungan ion-ion yang ada, dengan cara mengendalikan penambahan ion phosphate, ion sulfit, pH dan mengantar tirisan (blowdown).

Syarat air boiler untuk ketel Takuma tekanan 21 bar sbb [2]:

Tabel.1 Tabel syarat air ketel

Parameter	Syarat BFW	Syarat BW standrat JIS [2]	Syarat yang kami tetapkan
PH	7 – 8	10,5 – 11,5	10,5 – 11
TDS (ppm)	< 200	<2000	Max 1800
P-Alk (ppm)		100 – 600	100 – 600
M-Alk (ppm)		100 – 800	100 – 800
Total Hard (ppm)	< 2	< 20	Max 10
Silika (ppm)	< 10	< 60	Max 30
Phospat (ppm)		20 – 40	4 – 8
Sulfit (ppm)		10 – 20	3 – 6

Blowdown dapat dikendalikan dengan cara menggunakan persamaan (neraca massa pada ketel), sbb:

$$B = \frac{E}{N-1} \quad (6)$$

dimana : E = Laju penguapan/evaporasi steam , ton/jam  
B = Blowdown, ton/jam.  
N = Siklus pemekatan (konsentrasi).

## 2. Pembahasan

Pelaksanaan percobaan perawatan ketel Takuma dengan tekanan 21 bar kapasitas 60 ton steam per jamdan blowdown diperkirakan 3 ton/jam. Percobaan dilakukan di pabrik gula Trangkil Pati sejak awal giling bulan Juni 2015, selama kurang lebih 140 hari. Bahan kimia yang ditambahkan selama giling adalah phosphate, sulfit dan soda. Injeksi bahan kimia tersaji pada Tabel 2, sedangkan hasil pengamatan selama giling air pengisi ketel (BFW) tersaji pada Tabel 3 dan air ketel tersaji pada Tabel 4 (pengamatan dilakukan 2 minggu sekali selama giling).

Tabel 2 Perkiraan Dosis

	Dosis		Injeksi	
	Awal	Rutin	Awal, Kg	Rutin, Kg/Shift
Soda	150	150	9	3,6
Phospot	75	75	4,5	1,8
Sulfit	50	50	3	1,2

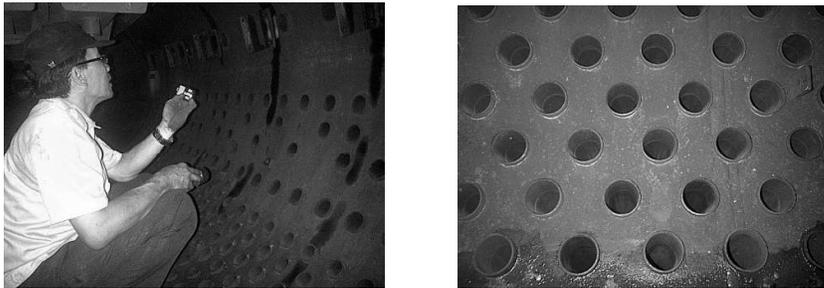
Tabel 3. Hasil analisa air pengisi ketel (BFW) Th giling 2015

Tanggal Parameter	1 Juni	12 Juni	30 Juni	10 Juli	21 Juli	5 Agustus	17 Agustus	29 Agustus	13 September	28 September
pH	7,9	8,87	8,2	8,5	8,6	8,7	9,1	9,3	7,7	8,5
TDS	262	50	67	73	68	74	79	89	73	81
T. Hardnes	180	6	2	4	3	3	3	12	15	3
P Alkalinitas	Nol	20	20	30	30	40	30	50	Nol	30
M. Alkalinitas	90	110	90	70	70	90	90	110	70	110
Silikat	50	25	14	10	5	3	3	8	10	5

Tabel 4. Hasil analisa Air Ketel (BW) Th Giling 2015

Tanggal Parameter	1 Juni	12 Juni	30 Juni	10 Juli	21 Juli	5 Agustus	17 Agustus	29 Agustus	13 September	28 September
Ph	10,9	10,2	10,8	10,9	10,8	10,9	11,1	10,8	10,5	10,7
TDS	1376	851	780	970	1120	907	1180	1023	897	816
T. Hardnes	50	4	4	10	16	3	3	3	2	2
P. Alkalitas	350	190	240	270	200	250	420	290	180	190
M. Alkalitas	650	500	390	420	510	630	820	570	810	770
Silikat	90	44	40	30	25	12	3	20	15	3
Phosphat	5	10	5	6	7,5	4	4	6	5	7
Sulfit	2	5	3	3	4	3	7	4	4	3

Setelah berakhir giling, ketel dibuka dan diperiksa kondisi drum ketel dan pipa-pipa sisi air, hasil pemeriksaan kondisi ketel tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambar ketel setelah giling

### 3. Simpulan

Dari hasil mengendalikan air pengisi ketel (T. hardness, ion silikat dan TDS), air ketel (ion phosphate, pH, TDS, T. hardness) dan mengendalikan *Blowdown*, kondisi ketel setelah akhir giling di Pabri gula Trangkil (giling 140 hari) dalam kondisi cukup bagus (keadaan kerak cukup tipis dan tidak perlu dilakukan *chemical cleaning* hanya *mechanical cleaning*).

### Daftar Pustaka

- [1]. Buckman, *Boiler Water Treatment Manual*. Memphis Tennessee, USA.
- [2]. Iwata, Osamu, 1985. *Kurita Handbook of Water Treatment*. Japan.
- [3]. Syamsir A.M, 1988. *Pesawat-pesawat konversi energi : Ketel uap*. Jakarta

