

## ANALISA POWER OF HYDROGEN DAN KESADAHAN FEED WATERBOILER GUNA MENINGKATKAN EFISIENSI BOILER DI PT. DJARUM KUDUS

Herry Widodo<sup>1\*</sup>, Ryan Saputra<sup>1</sup>, Puryadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program studi Teknika, Politeknik Bumi Akpelni  
Jl. Pawiyatan Luhur II/17, Bendan Dhuwur, Semarang  
\*Email: heri.widodo@akpelni.ac.id

### Abstrak

Pengolahan air umpan boiler digunakan sebagai umpan boiler. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai PH, Kesadahan, dan total dissolved solve pada air umpan boiler dengan media air sumur di PT. DJARUM KUDUS, dengan acuan standar menurut SOC PT.Djarum Kudus. Metode penelitian penulis gunakan yaitu analisa kuantitatif. Metode analisa kuantitatif menganalisa sampel air sumur di laboratorium kimia dengan titrasi sehingga didapatkan konsentrasi Ca,Mg yang terlarut dalam sampel, sampel di ambil dari sumur 1 dan sumur 2 di PT.DJARUM Kudus. Serta analisa PH dan Kesadahan. Hasil penelitian menunjukkan : air umpan boiler sumur 1 dengan PH 9,40, dan kesadahan 2 ppm, dan air umpan boiler pada sumur 2 dengan PH 8,90, dan Kesadahan 1,8 ppm. didapat dari penelitian tersebut PH dari Sumur 1 tidak memenuhi standart yaitu 9,40 PH. Karena tingginya pH bisa mengakibatkan korosi pada dinding pipa boiler mengganggu transfer panas dan memperpendek umur alat. Sedangkan hasil analisa kesadahan pada air sumur 1 dan sumur 2 memenuhi SOC PT. Djarum Kudus.

**Kata Kunci :** Boiler, PH,dan Kekerasan Air

### PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini, kebutuhan manusia semakin bertambah dan beragam oleh karena itu, harus selalu didukung oleh perkembangan teknologi guna memenuhi kebutuhan tersebut. Demikian juga dalam penerapan *boiler* ini hampir digunakan dalam semua bidang khususnya bidang industri.

Pada dasarnya *boiler* adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan air dengan menggunakan panas dari hasil pembakaran bahan bakar, panas hasil pembakaran selanjutnya dialirkan ke air sehingga menghasilkan *steam* (uap air yang memiliki temperatur tinggi).

PT. Djarum merupakan industri pembuatan rokok, *boiler* termasuk sarana pendukung dalam proses produksinya. Unit ini berfungsi sebagai penyedia uap untuk proses pengolahan tembakau dan cengkeh. Untuk menyediakan hasil produksi yang baik sesuai dengan kebutuhan konsumen diperlukan saranapendukung yang memadai seperti: permesinan yang baik dan sumber daya manusia yang profesional, disiplin

serta terampil di setiap bidangnya.

Demi menjaga kualitas produksi yang baik tentu diperlukan pengolahan dan perbaikan rutin pada sistem pengolahan air pada *boiler* yang sesuai dengan manual book. Pengolahan yang dilakukan antara lain:

Pengendalian blowdown pada *boiler*, regenerasi proses *water softener*, (*water softener* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengurangi bahan – bahan mineral Ca dan Mg yang terdapat dalam air sumur kesadahan) dan pemeriksaan kualitas air *Power of Hydrogen*, dan kesadahan untuk air umpan *boiler*.

Pengolahan air umpan boiler ini dilakukan untuk mencegah penurunan kualitas air, terjadinya korosi di dalam pipa boiler air dan menghambat transfer panas, produksi uap yang mengakibatkan semua unit berjalan tidak maksimal.

Oleh karena itu kinerja sistem pengolahan air pada *boiler* harus diperhatikan dengan tujuan agar *boiler* memiliki usia kerja yang optimal. Hal ini dikarenakan air *boiler* menjadi faktor paling

utama sebagai penyebab terjadinya korosi pada pipa-pipa *boiler*. Dan korosi menjadi perusak yang paling utama terhadap *boiler*. Kualitas air *boiler* ditunjukkan oleh berbagai parameter yang terukur yang harus berada pada nilai tertentu untuk dapat menghasilkan kualitas air *boiler* berada dalam kondisi yang baik.

*Boiler* umumnya menggunakan air sebagai media, air yang dipanaskan di dalam *boiler* menghasilkan uap air yang di salurkan ke proses produksi .

Pemanas bersumber dari pembakaran bahan bakar padat seperti batu bara, yang dibantu dengan oksigen dalam proses pembakaran diruang bakar sehingga memanaskan media air yang ada di dalam pipa-pipa tersebut. Panas tersebut dapat berubah menjadi uap untukproses produksi.

Uap adalah hasil dari produksi *boiler* yang berasal dari air, di dalam *boiler* yang telah memperoleh kalor atau panas dari pembakaran bahan bakar pada ruang bakar *boiler* terjadi transfer panas. Efisiensi panas yang dihasilkan salah satunya tergantung dari kualitas air dan bahan bakar (batu bara)

## LANDASAN TEORI

Yohana E dan Askhabulyamin (2009), *boiler* adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan *steam*. *Steam* diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar. Bahan bakar *boiler* yang di pakai di PT. Djarum bahan bakar solar, sehingga menghasilkan energi yang stabil.

Jenis-jenis Boiler :

### A. Boiler Pipa Api

*Boiler* pipa api pada dasarnya terdiri dari sebuah tangki yang berbentuk silinder atau sebuah bejana yang berisi air yang mempunyai sejumlah pipa yang merupakan aliran gas panas, dan gas panas tersebut dipindahkan ke dalam tangki / bejana yang berisi air. Gas panas diperoleh dari energi panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. Pada sistem *boiler* ini, air

bertekanan tinggi di tempatkan di sisi luar pipa api. Masalah yang berkaitan dengan *boiler* pipa api adalah akibat yang timbul bila terjadi kerusakan besar pada pipa.

### B. Boiler Pipa Air

*Boiler* ini kebalikan dari *boiler* pipa api dimana air mengalir di dalam pipa sedangkan gas panas beredar di sekitar pipa itu. Jadi bidang pemanas *boiler* terdapat pada bidang luar pipa dan bidang yang dipanaskan terdapat di dalam pipa. *Boiler*, uap inimempunyai tekanan dan temperatur kerja yang tinggi, sehingga digunakan pada pembangkit tenaga uap yang besar.

Dalam sistem perawatan air yang baik, maka terlebih dahulu mengetahui syarat air *boiler* yang memenuhi standar untuk proses produksi, antara lain :

#### Penampungan Air

Dalam *boiler* terdapat beberapa tempat penampungan air, air dari sumur dipompa lalu ditampung disuatu bak besar, dari bak ini *feed water pump* akan bekerja sesuaikebutuhan air yang diperlukan *boiler*. Dari bak air *press tank* dan *softener* baru masuk ke *feed water tank*, air dalam *feed water tank* inilah yang akan masuk ke dalam *boiler* dengan temperatur 80-90 .

Syarat-syarat air pada *boiler* yang dipakai :

Air Pengisi : pH (25 °C) : 7,5 – 10

Hardness CaCO<sub>3</sub> : max 3 ppm

Air Boiler : PH (25 ° C): 10,5 – 11,5

Hardnes : max 3 ppm. Bebas dari kotoran Sehingga air *boiler* harus diperiksa setiap hari meliputi : Kadar Salinitas (garam), Kadar *Chlorida*. Kadar *Phosphate*. Kadar Alkalinitas (basa). Kadar *Hydrazine* (untuk menetralisir air). Bebas dari kesadahan. Kekerasan air

boilermenyebabkan timbulnya batubatu yang mengendap dan melekat pada seluruh dinding pipa air.

#### Bebas dari Keasaman

Keasaman akan memicu atau meningkatkan air permukaanmaterial menjadi *corrosive*.

1. Bebas dari Garam  
Garam akan memicu atau meningkatkan air cepat mendidih dan terbentuknya endapan-endapan berupa batu-batu boiler.
2. Bebas dari Gas  
Gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> akan memicu material *corrosive*.
3. Harus bersifat Alkalis  
Alkalis dengan konsentrasi normal berkisar antara 9,5–11 dengan menggunakan *PH scale*.

#### Jenis-Jenis Air :

##### a. Air Angkasa

Air angkasa akan meresap pada permukaan tanah, tapi banyak sekali pencemaran ketika ada di atmosfer, misalnya berasal dari gas pembuangan pabrik - pabrik Karbondioksida, Karbonmonoksida, Nitrogen dan Amonia, partikel debu, dan mikro organisme.

##### b. Air Permukaan

Air yang ada di permukaan misalnya danau, sungai dan lain-lain. Air sungai adalah air yang bersumber dari bawah tanah lalu mengalir. Manfaat air sungai bagi kehidupan sangat besar seperti untuk mengaliri pertanian, dan perikanan.

##### c. Air Tanah

Chandra, B. (2005). Air yang berada dalam bumi, untuk mendapatkan sumber air tergantung kedalaman tertentu dan sesuai daerahnya. Selain itu, untuk menghisap atau mengalirkan air ke atas permukaan di perlukan pompa.

#### Sifat-Sifat Air

Gabriel, (1999). Air bereaksi dengan berbagai substansi membentuk senyawa padat dimana air terikat dengannya, misalnya senyawa hidrat.

- \* Air dapat terurai menjadi H<sub>2</sub>O H<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>
- \* Air dapat bereaksi dengan asam kuat dan basa kuat
- \* Sebagai pelarut

- \* Titik beku 0°C
- \* Titik didih 100°C

Alaerts dan Sri, S. (1987). PH disebut juga *power hydrogen* menunjukkan konsentrasi ion *hydrogen* (H<sup>+</sup>) di dalam sempel air, PH di ukur untuk mengetahui asam dan basa dari sempel air.

Ion *hydrogen* H<sup>+</sup> tidak hanya untuk H<sub>2</sub>O tapi juga terkandung dalam unsur-unsur lainnya (sedikit). H<sup>+</sup> mempunyai keseimbangan dinamis di dalam air (H<sub>2</sub>O).

Effendi, H. (2003). Bikarbonat dan karbonat sebagai anion Alkalinitas jika berikatan dengan Kalsium dan Magnesium akan menyebabkan kesadahan. Semakin tinggi nilai Kalsium dan Magnesium semakin tinggi pula nilai kesadahannya.

Pengolahan air umpan boiler ini dilakukan untuk mencegah penurunan kualitas air, terjadinya korosi didalam drum air dan penurunan produksi uap yang mengakibatkan semua unit berjalan tidak maksimal.

#### METODE

##### Penentuan PH pada Air Umpam Boiler.

Jika PH di bawah standar akan terjadi padatan terlarut akan ikut pada air umpan boiler, sehingga menimbulkan kerak pada pipa boiler, nilai PH yang rendah akan membuat kekentalan (tegangan permukaan) air boiler menjadi lebih rendah, sehingga padatan-padatan yang terlarut pada airboiler lebih mudah lolos terbawa uap melalui permukaan air. Selain itu PH yang rendah juga membuat kelarutan Si dalam boiler semakin rendah.

Jika PH di atas standar akan terjadi *foaming* karena tingginya tegangan permukaan air, sehingga *steam* sulit terlapis secara porositas dari dalam air. Hal dapat menyebabkan gelembung pada air boiler.

##### \* *Causting gouging*

Dimana NaOH yang digunakan untuk menaikkan PH boiler bereaksi dengan besi sehingga menyebabkan korosi. Tingginya PH terjadi karena pemakaian

NaOH secara berlebihan. Berikut reaksi NaOH dengan besi:  $4\text{NaOH} + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow 2\text{NaFeO}_2 + \text{Na}_2\text{FeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Setelah lapisan magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) ini rusak, lebih lanjut NaOH bereaksi dengan base metal, menyebabkan attack yang di kenalsebagai caustic gouging.  $2\text{NaOH} + \text{Fe} \rightarrow \text{Na}_2\text{FeO}_2 + \text{H}_2$ .

Daniel, J, Flynn (2009). Keberadaan  $\text{H}_2$  ini yang selanjutnya bisa menyebabkan hydrogen damage jika lebih lanjutterdifusi ke struktur batas butir metal. Prosedur analisa penentuan PH pada airumpan boiler mula - mula dimasukkan air umpan boiler ke dalam beaker glas sebanyak 25ml, yang kemudian menggunakan alat PH meterlalu bilas elektroda PH meter dengan aquadest di *beaker glass* hingga bersih dan dikeringkan dengan *tissue* kemudian celupkan elektroda kedalam sampel uji sampai PH meter menunjukkan pembacaan yang konstan dan catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari PH meter.

### Penentuan Kesadahan Total

Prosedur analisa penentuan kesadahan total pada air umpan boiler ialah mula-mula dimasukkan air umpan boiler sebanyak 25ml ke dalam gelas ukur lalu di masukkan ke dalam *erlenmeyer* dengan ditambah 0,5 ml *buffer hardness* dan 8 tetes *Eriochrome Black T* (EBT)0,2%. Selanjutnya di titrasi menggunakan larutan EthylenDiamine Tetra Acetic acid (EDTA) 0,01 M yang sudah di masukan kedalam buret sampai terjadi berubahan warna TAT(Titik Akhir Titrasi) di tandai perubahan warna biru tua, dan catat menggunakan larutan EDTA(ml.. EDTA berfungsi sebagai peng kompleks ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Titik akhir titrasi terjadi ketika seluruh ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  sudah terikat oleh senyawa EDTA. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna merah anggur menjadi warna biru. Metode ini sering digunakan karena mudah dalam menentukan titik titrasi. Prinsip dari kompleksometri yaitu pembentukan ion-ion kompleks dalam larutan.



Gambar 1. Proses Titrasi Kesadahan

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari analisa PH dan kesadahan, dan pada Air umpan boiler sebagai berikut :

Tabel 1. hasil penelitian PH dan kesadahan

	SUMUR 1	SUMUR 2
Sampel	Air Umpan Boiler	Air Umpan Boiler
Tanggal	25-05-2021	27-05-2021
PH	9,40	8,90
Kesadahan	2 ppm	1,8 ppm

Perhitungan mengenai analisa PH, dan pengujian kesadahan pada air umpanboiler.

#### 1. Perhitungan Analisa PH

Hasil dari analisa PH didapat dari air yang diproses melalui pengujian dari erlenmeyer yang kemudian menggunakan alat PH meter lalu bilas elektroda PH meter dengan aquadest di beaker glass hingga bersih dan dikeringkan dengan tissue kemudian celupkan elektroda kedalam sampel uji sampai PH meter menunjukkan pembacaan yang konstan dan catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari PH meter. Juga bisa menggunakan kertas indikator PH.

#### 2. Perhitungan Pengujian Kesadahan

$$\text{Kadar Kesadahan (ppm CaCO}_3 = \frac{1000 \times V.\text{EDTA} \times M.\text{EDTA} \times 100}{\text{ml sampel}}$$

a. Air Umpan Boiler Sumur 1

Diketahui :

V EDTA : 0,05 ml

M EDTA : 0,01 M

V sampel : 25 mlKesadahan (ppm CaCO<sub>3</sub>)

$$= \frac{1000 \times V.EDTA \times M.EDTA \times 100}{ml sampel}$$

$$= \frac{1000 \times 0,05 \text{ ml} \times 0,01 \text{ M} \times 100}{25 \text{ ml}}$$

$$= 2 \text{ ppm}$$

b. Air Umpan Boiler Sumur 2

Diketahui :

V EDTA : 0,045 ml

M EDTA: 0,01 M

V sampel: 25 mlKesadahan (ppm CaCO<sub>3</sub>)

$$= \frac{1000 \times V.EDTA \times M.EDTA \times 100}{ml sampel}$$

$$= \frac{1000 \times 0,045 \text{ ml} \times 0,01 \text{ M} \times 100}{25 \text{ ml}}$$

$$= 1,8 \text{ ppm}$$

### Pembahasan

Air boiler yang didapat dari airsumur belum tentu memenuhi standar, untuk itu perlu dilakukan pengolahan dan penelitian untuk mengetahui PH, Kesadahan dan air umpan boiler. Hasil analisa keasaman *Feed Water Boiler* dari dua sumur diPT. Djarum Kudus Indonesia, masing-masing yaitu 9,40 dan 8,90. Dimana pH dari air sumur 1 di PT. Djarum Kudus Indonesia masih memenuhi standar SOCP.T.Djarum kudus, sedangkan keasaman dari air sumur 2 di PT. Djarum Kudus Indonesia tidak memenuhi standar SOC PT.Djarum Kudus. Untuk mencari konsentrasi kesadahan air larutan standar yang dipakai adalah EDTA (Ethylen Diamine Tetra Acetic acid) 0,01 Molar dengan cara titrasi. Hasilyang didapat dari sumur 1 dan sumur 2 di PT. Djarum Kudus Indonesia masing masing 2 ppm dan 1,8 ppm. Dimana Kesadahan dari air sumur di PT. Djarum Kudus Indonesia telah

memenuhi SOC.

### KESIMPULAN

Hasil dari analisa PH pada air umpan boiler dari PT. Djarum Kudus Indonesia, sumur 1 dan sumur 2 masing-masing dari parameter uji air umpan boiler telah memenuhi standar mutu air umpan boiler yang telah ditetapkan SOC, tapi PH dari PT. Djarum Kudus Indonesia Sumur 1 tidak memenuhi standart yaitu 9,40. Karena tingginya PH tersebut bisa mengakibatkan korosi (karat) pada dinding boiler mengganggu transfer panas dan memperpendek umur alat. Untuk mengatasi di hentikan pemakaian alkali booster dan di lakukan blowdown. Hasil analisa dari penelitian kesadahan pada air umpan boiler dari PT. Djarum Kudus indonesia, dapat diketahui bahwa sumur 1 dan sumur 2 telah memenuhi standar mutu air umpan boiler yang telah ditetapkan SOC di PT.Djarum Kudus.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika SS, 1987, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Chandra, B. , 2005, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta.
- Daniel, J, Flynn, 2009, *The Nalco Water Handbook*, McGraw- Hill, New York.
- Effendi, Hefni, 2003, *Telaah KualitasAir : Bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Gabriel, J,F, 1999, *Fisika Lingkungan*, Hiokrates, Jakarta.
- Yohana, E dan Askhabulyamin, 2009, *Perhitungan Efisiensi dan Konversi dari Bahan Bakar Solarke Gas Pada Boiler Ebara HKL 1800KA*.