

## Analisis Kuantitatif Air *Boiler* di PT. SISIRAU Aceh Tamiang

Surry Alviani<sup>1</sup>, Yulida Amri<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra  
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

\* Corresponding author: yulidaamri@unsam.ac.id

### ABSTRAK

Analisis kuantitatif air *boiler* yang meliputi pH, TDS, klorida dan alkalinitas telah dilakukan. Pengujian pH dan TDS dilakukan dengan menggunakan indikator universal dan TDS meter. Kadar klorida ditentukan menggunakan metode titrasi argentometri dengan kalium kromat ( $K_2CrO_4$ ) sebagai indikator. Alkalinitas yang diuji meliputi p-alkalinitas dan m-alkalinitas menggunakan metode titrasi asam basa. Hasil analisis diperoleh nilai pH, TDS, klorida, p-alkalinitas dan m-alkalinitas berturut-turut 10.5-10.9, 450-800 ppm, 40-115 ppm, 150-350 ppm, 250- 450 ppm. Hasil tersebut sesuai dengan standar mutu air *boiler* yang telah ditetapkan di PMKS PT.SISIRAU.

Kata kunci : air boiler, pH, TDS, klorida, alkalinitas

### PENDAHULUAN

PMKS PT. Sisirau merupakan salah satu badan usaha swasta yang bergerak dalam bidang usaha pengolahan minyak kelapa sawit (CPO) atau lebih dikenal dengan minyak kelapa sawit. Setiap pabrik memiliki sistem *turbin* sebagai pembangkit tenaga listrik, perebusan buah di *sterilizer* dan pemanasan *crued oil*, air, *kernel* minyak di *strage tank* di lingkungan pabrik yang sering di sebut dengan *boiler* [1].

*Boiler* dapat didefinisikan sebagai sebuah bejana dimana terdapat air yang akan mengalami proses penguapan sehingga terjadi pembentukan *steam* oleh adanya proses pemanasan yang dilakukan. *Steam* adalah uap yang digunakan untuk pembangkit tenaga dan keperluan proses di pabrik kelapa sawit sebagai penggerak utama sistem *turbin*. Karena pentingnya *boiler* bagi suatu pabrik maka *boiler* memerlukan perawatan agar terhindar dari kerak dan korosi [2].

Pencegahan pipa dari kerak dan korosi dilakukan dengan adanya perawatan yang khusus pada pengolahan air yang akan di uapkan pada *boiler*, yang dikenal dengan air *boiler*. Air *boiler* adalah air yang telah mendapatkan atau mengalami pengolahan secara internal dan eksternal untuk menghilangkan atau menurunkan kandungan garam dan mineral yang ada dalam air sampai memenuhi persyaratan tertentu [3]. Air *boiler*

diambil sebanyak 500 mL setiap 2 jam dan dianalisa dengan parameter mutu seperti pada Tabel 1. Air *boiler* diambil dari pipa pemanas yang ada pada *boiler* saat proses pengadaan uap. Sampel diambil pada pipa *spool* dengan membuka kran yang berada pada bagian samping *boiler*.

Tabel 1. Standar mutu air *boiler*

Parameter	Nilai Standar
pH	10,5 - 11,5
Kesadahan Total	Trace
TDS	Max 2100 ppm
M-alkalinitas	Max 800 ppm
P-alkalinitas	< 750 ppm
Silika ( $SiO_2$ )	150 ppm
Klorida ( $Cl^-$ )	<200 ppm
Sulfit ( $SO_3^{2-}$ )	20 - 80 ppm
Fosfat ( $PO_4^{3-}$ )	30 - 70 pmm

Dari parameter di atas harus diuji agar air *boiler* yang digunakan memenuhi syarat. Parameter air *boiler* yang diuji pada saat penelitian ini adalah nilai pH, TDS, klorida dan alkalinitas.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Beberapa bahan yang digunakan dalam studi ini adalah air *boiler*, indikator *fenolftalein*, indikator *metil orange*, indikator  $K_2CrO_4$ , larutan  $AgNO_3$  0,028 M sebanyak 1000 ml, dan larutan  $H_2SO_4$  0,002 N sebanyak 1000 ml.

### Metode

#### Penentuan pH

Prosedur analisis penentuan pH yaitu mula-mula dimasukkan air *boiler* ke dalam gelas kimia, lalu di celupkan kertas indikator universal lalu dicatat pH yang didapat.

#### Penentuan TDS

Prosedur analisis penentuan TDS yaitu mula-mula dimasukkan air *boiler* ke dalam gelas kimia, kemudian dibiarkan hingga air dingin. Lalu dicelupkan TDS meter dan dicatat nilai TDS yang didapat.

#### Penentuan Klorida

Prosedur dalam penentuan klorida yaitu mula-mula dimasukkan 25 ml air *boiler* kedalam Erlenmeyer, selanjutnya ditambahkan 1 ml indikator  $K_2CrO_4$  lalu dititrasasi dengan larutan  $AgNO_3$  0,028 M samai larutan berubah warna menjadi merah bata dan dicatat volume  $AgNO_3$  untuk menghitung nilai klorida. Adapun rumus untuk menghitung nilai klorida sebagai berikut :

$$ppm Cl^- = \frac{M AgNO_3 \times V AgNO_3 \times Ar Cl^- \times 1000}{ml sampel}$$

#### Penentuan P-Alkalinitas

Prosedur dalam penentuan p-alkalinitas yaitu mula-mula dimasukkan 25 ml air *boiler* ke dalam Erlenmeyer selanjutnya ditambahkan 3 tetes indikator *fenolftalein* dan dititrasasi dengan larutan  $H_2SO_4$  untuk menghitung total alkalinitas. adapun rumus untuk menghitung nilai alkalinitas sebagai berikut :

$$ppm CaCO_3 = \frac{V H_2SO_4 \times N H_2SO_4 \times BE CaCO_3 \times 1000}{ml sampel}$$

#### Penentuan M-Alkalinitas

Prosedur dalam penentuan m-alkalinitas yaitu mula-mula dimasukkan 25 ml air *boiler* ke dalam Erlenmeyer selanjutnya ditambahkan 1 ml indikator *metil orange* dan dititrasasi dengan

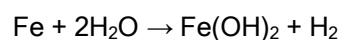
larutan  $H_2SO_4$  0,02 N sampai larutan warna menjadi kemerahan dan dicatat volume  $H_2SO_4$  untuk menghitung total alkalinitas sebagai berikut:

$$ppm CaCO_3 = \frac{V H_2SO_4 \times N H_2SO_4 \times BE CaCO_3 \times 1000}{ml sampel}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Air *boiler* adalah air yang telah mendapatkan atau mengalami pengolahan secara internal dan eksternal untuk menghilangkan atau menurunkan kandungan garam dan mineral yang ada dalam air sampai memenuhi persyaratan tertentu. Perlakuan air jika tidak dilakukan dengan baik maka akan mempercepat terbentuknya kerak pada pipa yang akan menurunkan efisiensi *boiler*. Boiler dapat dikatakan sebagai inti dari salah satu pabrik yaitu sebagai penggerak utama sistem *turbin* [1].

Menurut Hutagaol (2018) pengendapan zat pengotor dapat menyebabkan terbentuknya kerak pada ketel. Kerak juga dapat disebabkan oleh adanya zat tersuspensi yang mengalami pengendapan. Korosi besi secara sederhana dapat diartikan sebagai transformasi logam menjadi bentuk oksidanya (pembentukan bijih besi). Akibatnya permukaan logam akan menjadi rusak akumulasi dari proses korosi yang terjadi. Berbagai pemicu timbulnya korosi diantaranya pH (asam), adanya gas-gas seperti oksigen ( $O_2$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang terlarut dalam air. Penyebab lainnya adalah adanya larutan garam (garam terlarut), padatan dalam bentuk suspensi dan lain-lain [4]. Berikut ini reaksi yang terjadi saat molekul air ( $H_2O$ ) mengalami interaksi dengan logam seperti besi (Fe):



Reaksi akan berhenti jika telah mencapai kesetimbangan namun reaksi masih akan berlangsung jika adanya asam (kondisi pH <7) maupun oksigen yang larut. Hal ini menyebabkan kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan produk. Hal ini berarti bahwa perkaratan logam (ketel mengalami korosi) akan terus terjadi [4].

Drum *boiler* yang berisi air, dimana busa dapat terbentuk yang ditandai oleh adanya gelembung-gelembung. Pembentukan gelembung-gelembung/busa ini dapat disebabkan oleh air ketel yang mengalami kontaminasi senyawa kimia maupun substansi organik lainnya. Adanya busa akan menyebabkan ruang pelepasan uap menjadi sempit sehingga uap panas dapat saja membawa air dan kotoran lainnya. Akibatnya sistem ketel dapat mengalami korosi maupun penimbunan kerak [2].

Kualitas air *boiler* harus selalu diperhatikan, air yang digunakan harus memenuhi standar yang sudah ditetapkan. Mutu air *boiler* dapat ditingkatkan dengan menghilangkan kesadahan air melalui beberapa cara yaitu; pertama adisi substansi/zat kimia ke dalam air mentah sebelum dipindahkan ke dalam *boiler*, dan yang kedua adalah proses pelunakan air menggunakan sistem *zeolit base exchanger* [5].

Selain itu cara lainnya dalam penghilangan kesadahan air adalah adisi bahan/zat kimia, contohnya  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  (natrium fosfat). Senyawa ini dapat mengendapkan kalsium sehingga kalsium dapat dibuang dari air. Cara yang terakhir adalah dengan mengeluarkan kotoran menggunakan tekanan *boiler* saat terjadinya proses pemanasan (proses dekonsentrasi/*blow down*) [5].

### Nilai pH

Kontrol pH penting dilakukan untuk mencegah kerusakan pipa oleh adanya asam maupun kerak. pH memiliki pengaruh terhadap kecepatan korosi. Jika nilai pH naik maka tingkat alkalinitas akan juga meningkat sehingga proses perkaratan/korosi akan berlangsung dengan cepat. Selain itu juga dapat menimbulkan busa sehingga akan menimbulkan *carry over*. Pada pH rendah akan terbentuk kerak [2].

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pH yang diperoleh dari percobaan air *boiler* masih

memenuhi standar yaitu kisaran 10,5 – 11,5. Dari hasil percobaan diketahui bahwa nilai pH di PT.Sisirau masih berada dalam standar mutu yang telah ditetapkan oleh PT.Sisirau.

Tabel 2 Data hasil analisis pH pada air *boiler*

Analisa Ke	pH		
	1	2	3
1	10,9	10,9	10,9
2	10,8	10,9	10,9
3	10,7	10,8	10,8
4	10,6	10,7	10,8
5	10,6	10,6	10,8
6	10,7	10,7	10,6
7	10,5	10,8	10,8
8	10,5	10,9	10,8
9	10,6	10,5	10,5
10	10,5	10,8	10,8

### Total Dissolved Solid (TDS)

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa TDS yang didapat berkisar 450 – 800 ppm masih memenuhi standar maksimum dari TDS yaitu 2000 yang telah ditetapkan di PT. Sisirau. TDS merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan kelayakan dari kualitas air tersebut. TDS (*Total Dissolved Solid*) atau total kandungan unsur mineral dalam air. Pada percobaan TDS. menggunakan prinsip *electrical conductivity* yaitu alat yang dicelupkan ke dalam larutan dan secara otomatis akan keluar hasil kadarnya [2].

Tabel 3. Data hasil analisis TDS pada air *boiler*

Analisa Ke	TDS (ppm)		
	1	2	3
1	749	750	714
2	716	709	704
3	693	710	800
4	564	688	738
5	549	691	753
6	478	609	613
7	506	605	681
8	635	668	657
9	598	584	643
10	598	654	725

## Klorida

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa total klorida yang didapat pada analisa ini berada pada kisaran 40- 115 ppm dimana nilai ini masih sesuai dengan yang ditetapkan oleh PT. Sisirau dengan kadar maksimum klorida <200 ppm. Jika nilai klorida melewati ambang yang diatur maka kerak akan menempel pada pipa *boiler*. Klorida harus diperhatikan karena pada *softener* ditambahkan injeksi garam untuk mencegah terjadinya kerak pada *boiler*.

Untuk melihat kadar klorida dalam sampel air *boiler* digunakan metode titrasi argentometri. Prinsip dari titrasi argentometri ini sendiri yaitu reaksi pengendapan yang cepat mencapai kesetimbangan dan diperlukan indikator untuk melihat titik akhir titrasi. Dimana Dimana zat yang hendak ditentukan kadarnya diendapkan oleh larutan baku AgNO<sub>3</sub> dan menggunakan Indikator K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Ketika ion kromat yang kemerah – merahan telah tampak pada saat berlangsungnya titrasi maka hal ini dianggap sebagai titik ahir titrasi[6]. Menurut Nugroho & purwanto (2013) klorida merupakan ion yang terbentuk dari unsur klor yang mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion atau ion yang bermuatan negatif (Cl<sup>-</sup>). Dimana tingkat toksinitas klorida tergantung pada gugus senyawanya misalnya Natrium Klorida (NaCl).

Tabel 4 Data hasil analisis klorida pada air *boiler*

Analisa Ke	Volume AgNO <sub>3</sub> (ml)	Total Klorida (ppm)
1	2,8	111,19
2	1,8	71,47
3	1,2	47,64
4	2	79,41
5	2,6	103,23
6	2,1	83,38
7	2	79,41
8	1,8	71,47
9	2	79,41
10	2,2	87,35

## Alkalinitas

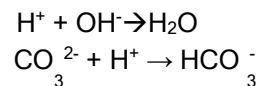
Alkalinitas meruakan kuantitas anion di dalam air yang dapat menetralkan kation hidrogen.

Alkalinitas juga diartikan sebagai kapasitas penyangga (*buffer capacity*) terhadap perubahan pH perairan. Pembentukan alkalinitas yang utama adalah bikarbonat, karbonat, dan hidroksida [2].

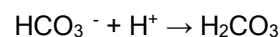
Alkalinitas dihasilkan dari karbondioksida dan air yang dapat melarutkan sedimen batuan karbonat menjadi bikarbonat. Kalsium karbonat bereaksi dengan karbondioksida membentuk kalsium bikarbonat [Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] yang memiliki daya larut lebih tinggi dibandingkan dengan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>).

Alkalinitas dinyatakan sebagai kadar CaCO<sub>3</sub> dan dapat diukur dengan titrasi volumetri menggunakan larutan standar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Titrasi dilakukan untuk sampel dengan pH di atas 8,3 dan dilakukan dengan dua kali pengujian yaitu pengujian p-alkalinitas dan m-alkalinitas. P-alkalinitas diukur menggunakan indikator *fenolfhtalein* dengan perubahan warna dari merah muda menjadi tidak berwarna saat mencapai titik akhir titrasi (pH 8,3). M-alkalinitas menggunakan indikator *metil orange* dengan perubahan warna dari orange berubah menjadi kemerahan saat mencapai titik akhir titrasi (pH 4,3)

Penyusun alkalinitas terdiri dari ion hidroksida (OH<sup>-</sup>), karbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), dan bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Alkalinitas dapat ditentukan dengan metode titrasi. Pada titrasi penentuan p-alkalinitas reaksi yang terjadi adalah



Untuk p-alkalinitas terjadi perubahan karbonat menjadi bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) pada pH sekitar 8,3 sehingga perlu dititrasi kembali (menambahkan asam sulfat) untuk penentuan alkalinitas yang berasal dari HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (m-alkalinitas). Proses titrasi menggunakan indikator *metil orange* dan terjadi perubahan bikarbonat menjadi asam karbonat seperti pada reaksi seperti berikut



Berdasarkan reaksi di atas dapat diketahui bahwa asam karbonat terbentuk dari satu ion karbonat yang bereaksi dengan satu mol ion H<sup>+</sup> [2]. Pada tabel 5 dapat dilihat hasil analisis p-alkalinitas yaitu berkisaran antara 150-350 ppm

CaCO<sub>3</sub> dimana nilai ini masih memenuhi standar dari nilai yang ditetapkan oleh PMKS PT. Sisirau.

Tabel 5 Data hasil analisis p-alkalinitas pada air boiler

Analisa Ke	Volume H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ml)			Total P-alkalinitas (ppm)		
	1	2	3	1	2	3
1	6,5	6,5	7,2	260	260	288
2	7,5	7	8	300	280	320
3	6	6,5	8,2	240	260	328
4	5,5	7	7,5	220	280	300
5	5,5	6,8	7,6	220	272	304
6	5,5	6,5	6,5	220	260	260
7	5,7	5,9	6	228	236	240
8	5,5	7	6,5	220	280	260
9	6,7	5,5	5,5	268	220	220
10	4,7	6	6,8	188	240	272

Pada Tabel 6 juga dapat dilihat nilai analisa dari m-alkalinitas yaitu berkisaran antara 250 – 450 ppm CaCO<sub>3</sub> dimana nilai ini juga masih memenuhi standar yang ditetapkan di PMKS PT. Sisirau Aceh Tamiang.

Tabel 6 Data hasil analisis m-alkalinitas pada air boiler

Analisa Ke	Volume H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ml)			Total M-alkalinitas (ppm)		
	1	2	3	1	2	3
1	8,2	8,2	8,3	328	328	332
2	9,6	8,3	9	384	332	360
3	7,5	7,7	9,9	300	308	396
4	7,8	8	8,5	312	320	340
5	6,5	7,7	8,6	260	308	344
6	7	7,5	7,9	280	300	316
7	8	8,5	8	320	340	320
8	7,9	9,4	9	316	376	360
9	8,5	10,5	8,5	340	420	340
10	9	7,2	8,2	360	288	328

Jika nilai total alkalinitas melewati ambang batas yang diatur maka pembentukan kerak/pengendapan akan terjadi.

## KESIMPULAN

Standar kualitas air boiler pada PMKS PT. SISIRAU Aceh Tamiang sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan dimana kadar pH yaitu 10,5-10,9, TDS kisaran 450-800 ppm, klorida kisaran 40-115 ppm, p-alkalinitas kisaran 150-350 ppm, dan m-alkalinitas kisaran 250-450 ppm.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PMKS PT. SISIRAU Aceh Tamiang atas dukungannya dalam penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada dosen pembimbing atas dikusinya yang bermanfaat. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat..

## REFERENSI

- [1] Rahmandani, B. 2018. "Analisa Pengaruh Kualitas Air Terhadap Kebocoran Pada Boiler Kapasitas 57 Ton/Jam 34 Bar". Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ " 5 (2), hal (21-23).
- [2] Hutagaol, P. 2018. Analisa pH Dan Alkalinitas Pada Air Umpan Boiler dari Pabrik Kelapa Sawit Ajamu, Air Batu dan Pabatu Yang Analisa di PT. Perkebunan Nusantara IV Medan. Universitas Sumatra Utara : Tugas Akhir Tidak Diterbitkan.
- [3] *Standar Operating Procedure (SOP) PMKS PT.Sisirau Aceh Tamiang 2004*
- [4] Pravitasari, Y., Mariana B, M., Novitasari M,M. 2017. " *Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung*". PRISMA FISIKA " V(01) hal (09-12).
- [5] Lenny, S. 2018. Analisa Kadar Alkalinitas Pada Air Ketel Uap Dengan Menggunakan Metode Titrasi Asam Basa Di PT. Perkebunan Nusantara V Kebun Adolina. Universitas Sumatra Utara :Tugas Akhir Tidak Diterbitkan.
- [6] Renata, Y. 2017. Anallisa Kadar Klorida dan Kesadahan Total Pada Air Minum Isi Ulang Dengan Metode Titrimetri. Universitas Sumatra Utara : Tugas Akhir Tidak Diterbitkan.
- [7] Nugroho, W., dan Purwoto, S. 2013. "Removal Klorida, TDS dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukar Ion Dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif Dengan Karbon Aktif". Jurnal Teknik WAKTU. " 11 (1) hal (18-20).