

Analisis Kualitas Air dan Pemakaian Air pada *Water Tube Boiler* di Pabrik Kelapa Sawit

M Renaldi Tarigan*, Gani Supriyanto, Hermantoro
Program Studi Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
INSTIPER Yogyakarta

*Email Korespondensi: reytrgs98@gmail.com

ABSTRAK

Pada pabrik industri kelapa sawit, dibutuhkan *boiler* sebagai sumber energi. Prinsip kerja *boiler* dari bahan bakar diubah menjadi panas melalui proses pembakaran dan panas yang dihasilkan sebagian besar diberikan kepada air yang berada pada instalasi pipa air *boiler*, sehingga air berubah menjadi *steam*. Air yang lebih panas memiliki berat jenis yang lebih rendah daripada dengan air yang lebih dingin, sehingga terjadi perubahan berat jenis air di dalam *boiler* dan air tersebut berubah menjadi *steam*. *Steam* akan dialirkan ke turbin uap dan turbin uap menghasilkan listrik (kW), sisa buangan *steam* dari turbin uap akan dialirkan ke *back pressure vessel* serta akan didistribusikan ke beberapa stasiun proses yang membutuhkan uap dalam proses produksi yaitu, *sterillizer*, *tippler*, *digester*, *hot water dilution tank*, *kernel silo dryer*, *crude oil tank*, *continuous settling tank*, *storage tank* dll. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode sampling dan analisis data secara grafik dan tabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian air cenderung hemat, tidak melebihi standar rasio target *Management Committee for Mills Development* (MCMD) sebesar 0,70 M3/ton TBS. Berdasarkan rasio aktual terendah 0,21 M3/ton TBS dan tertinggi 0,68 M3/ton TBS dengan rata – rata 0,43 M3/ton TBS. Sementara itu, terdapat kualitas air yang tidak memenuhi standar terdiri dari: pH, *silica*, dan TDS.

Kata Kunci: Air Umpan, *Boiler*, Kualitas Air, Turbin

PENDAHULUAN

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan unit produksi yang membutuhkan sumber energi yang sangat besar yang digunakan untuk mengendalikan mesin dan peralatan yang membutuhkan energi dalam jumlah besar. Permintaan energi ini ditutupi dan diumpankan oleh *boiler* dan *generator*. *Boiler* atau ketel uap merupakan suatu mesin yang memegang peranan penting dalam kelangsungan operasi suatu pabrik kelapa sawit yaitu. *boiler* adalah jantung dari pabrik.

Mesin *boiler* yang digunakan oleh pabrik kelapa sawit biasanya adalah *water tube boiler*. Uap (*steam*) dihasilkan dengan memanaskan air di dalam tabung *boiler* dengan menggunakan bahan bakar kulit kayu dan ijuk, dan air merupakan media yang digunakan untuk mengalirkan panas pada setiap proses. Permasalahan pada sistem *boiler* umumnya disebabkan oleh pengolahan air umpan yaitu. kualitas air, bahan bakar dan udara yang tidak memenuhi persyaratan, yang dapat menyebabkan kerusakan. Kegagalan boiler yang umum termasuk korosi tabung/deposit *fouling*, kebocoran tabung pendingin air, rantai kisi retak, dan dinding/paket yang roboh di bagian tungku dan cerobong asap.

Ketel (*boiler*) adalah ketel bertekanan yang fungsinya untuk memanaskan air dan menghasilkan uap (*steam*), yang diubah menjadi energi listrik oleh turbin, setelah itu uap (*steam*) dari turbin dialirkan ke bejana yaitu *Back Pressure Vessel*, selanjutnya *steam* sisa dari BPV dialirkan ke berbagai stasiun proses produksi yang membutuhkan *steam* dalam proses produksi yaitu *sterilizer, shutter, digester, hot water dilution tank, nuclear silo dryer, crude oil tank, continuous tank*, penyimpanan tangki, dll. Karena pabrik kelapa sawit menggunakan *boiler* sebagai sumber produksi energi yang diperlukan, *boiler* memainkan peran yang sangat penting dan penting. Jika terjadi kerusakan, kerusakan *boiler* mengakibatkan terganggunya proses di pabrik kelapa sawit.

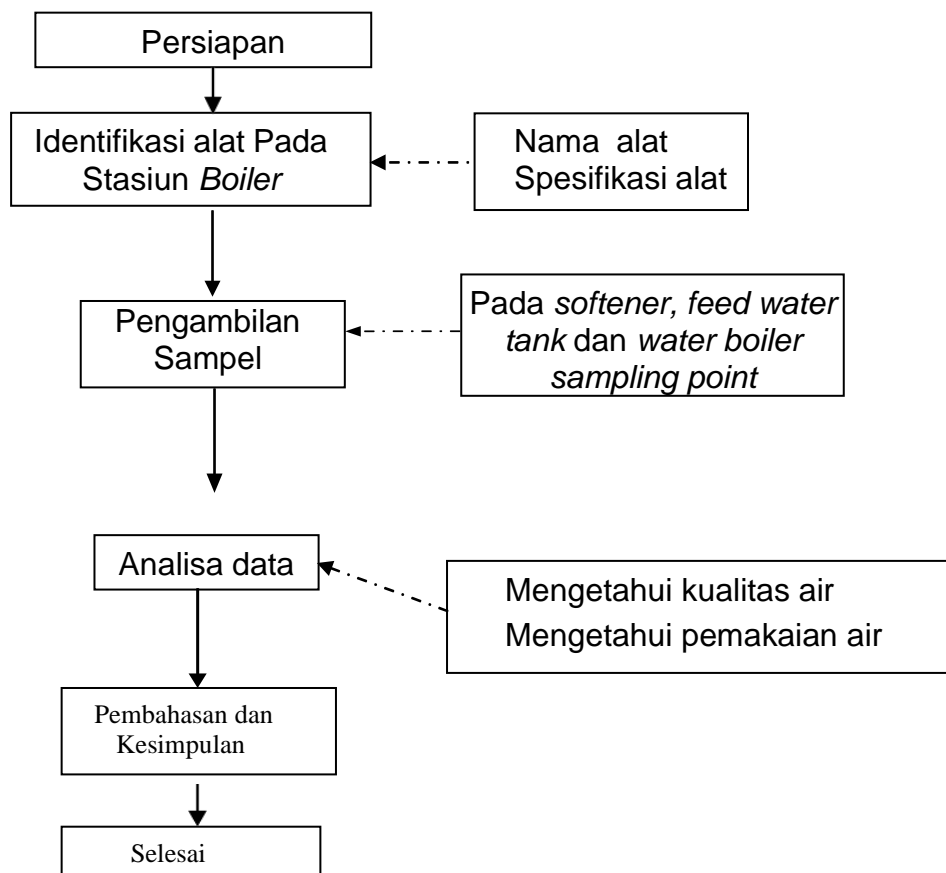
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari, *earplug, mask, safety helmet, safety shoes, goggle protect standart, flashlight, heat resistant gloves, gallon, ph meter, ds meter, colorimeter, and sample glass*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari, *water sampel, akuades, alkalinity titrant so – 226, buffer hardness so – 275, indicator so – 260, indicator so – 277, p – indicator so – 222, sulphite buffer so – 5035, sulphite indicator so – 5025, sulphite titrant so – 5034, and reagent*.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

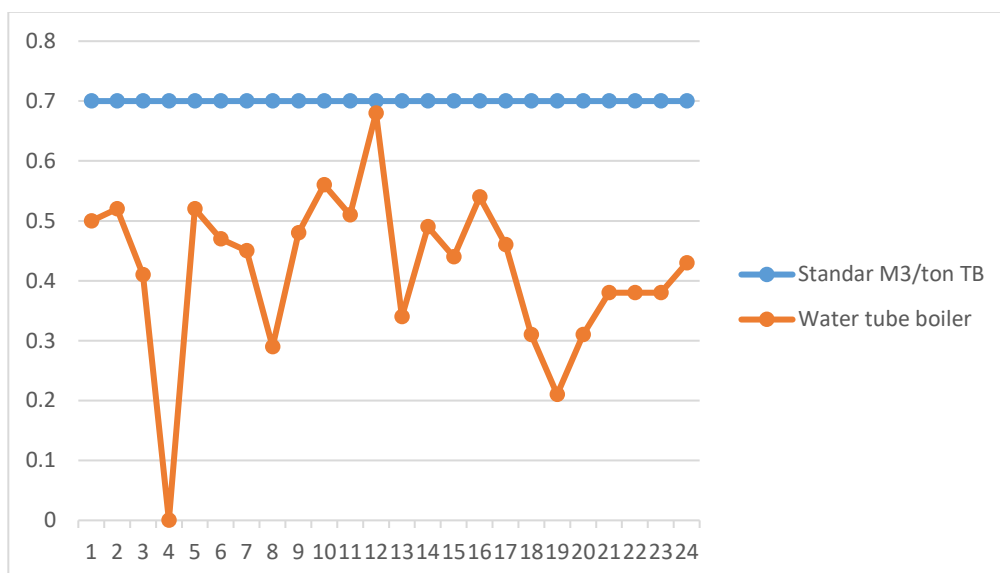
Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang akan dilakukan, yaitu survei, identifikasi, pengambilan data yang terdiri dari dua data yaitu data primer yang diperoleh dengan cara (observasi, dan dialektika,) dan sekunder (kualitas air *boiler*, kerusakan yang terdapat pada boiler dan komponen yang terpakai), kemudian pengolahan data, analisis data dan kesimpulan. Pada penelitian ini terdapat beberapa parameter yang harus di teliti, terdiri dari pemakain air, analisa kualitas air, dan pemakaian air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemakaian Air *Boiler*

Boiler adalah alat yang menghasilkan uap panas bertekanan (*steam*). Uap dibuat dengan mengubah fase cair (air) menjadi fase gas (uap). Air merupakan bahan baku terpenting untuk *boiler*. Jika tidak ada air, *boiler* tidak bisa bekerja. *Boiler* jenis ini membutuhkan air sebagai bahan baku utama untuk menghasilkan uap panas bertekanan (*steam*). Hasil analisis konsumsi air *boiler* disajikan pada Gambar 2.



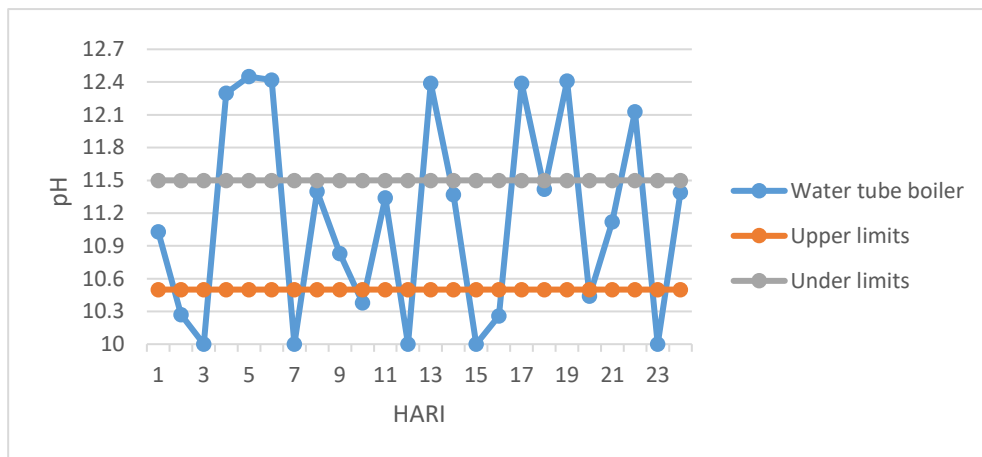
Gambar 2. Grafik rasio pemakaian *boiler* pipa air

Proporsi standar air *boiler* yang digunakan dalam proses pemurnian atau produksi buah kelapa sawit adalah 0,70 M3/ton TBS, berdasarkan standar *Management Committee for Mills Development* (MCMD). Pemakaian air *water tube boiler* pada bulan September 2022 adalah 13.883 M3 dan TBS yang diolah berjumlah 25.725,69 ton. Rata-rata rasio konsumsi air *boiler* harian pada September 2022 adalah 0,420 M3/ton TBS. Berdasarkan data di atas, pemanfaatan air *water tube boiler* dalam proses produksi masih dibawah standar. Data grafik menunjukkan bahwa rasio konsumsi air dari *water tube boiler* adalah 0,62 M3/ton TBS. Berarti berdasarkan data bulan september 2022 air yang terpakai cenderung hemat, tidak mengalami pemborosan konsumsi air terhadap jalannya operasional *boiler* itu sendiri dikarenakan masih dalam standar *Management Committee for Mills Development* (MCMD).

Hasil Analisa Kualitas Air *Boiler*

1. Hasil Analisa pH Air *Boiler*

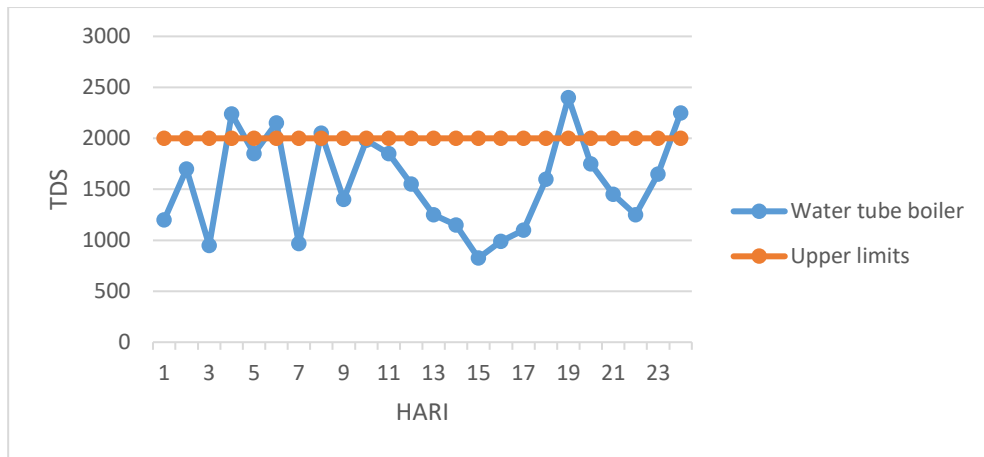
PH normal air *boiler* adalah 10,5 - 11,5. Hasil analisis air *boiler* berkisaran antara 9,77 s/d 12,45 unit dengan rata-rata pH air *boiler* pada pipa air adalah 11,12 unit. Berdasarkan data dan analisis grafik, terlihat mengalami perubahan yang signifikan setiap hari nya pada nilai pH air *boiler* pipa air. Dengan menggunakan data grafik di bawah terlihat bahwa pH air *boiler* pada pipa air tidak stabil, jika pH di bawah standar dapat mengakibatkan *carry over* dimana padatan terlarut (*silica, hardness*) di dalam air *boiler* terbawa kedalam *steam* dan dapat menjadi kerak di sepanjang saluran pipa *steam*, sehingga nilai pH yang rendah dapat membuat viskositas (tegangan permukaan) air boiler menjadi lebih rendah sehingga padatan yang terlarut pada air *boiler* lebih mudah lolos terbawa *steam* melalui permukaan air. Jika pH air *boiler* melebihi standar dapat menimbulkan *foaming*. *Foaming* diakibatkan tingginya tegangan permukaan air sehingga *steam* sulit terlepas secara porositas dari dalam air.



Gambar 3. Grafik Perbandingan pH Air *Boiler*

2. Hasil Analisa TDS Air *Boiler*

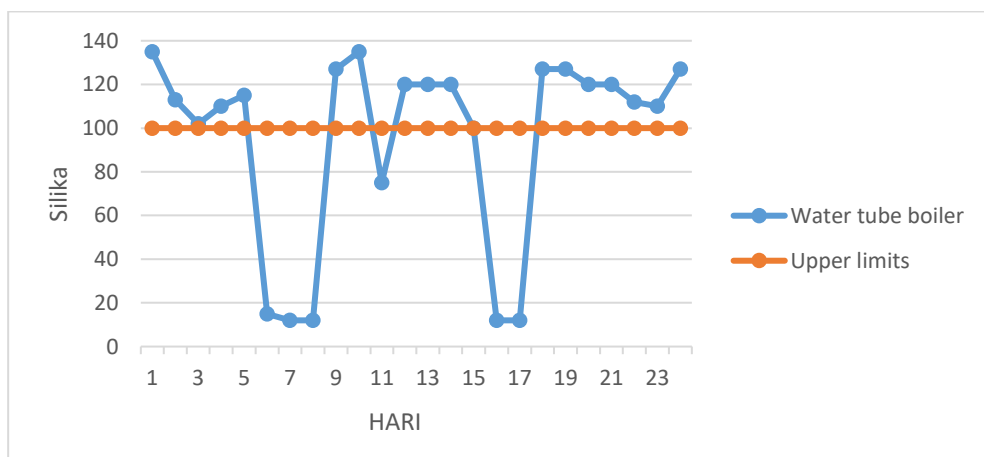
Air *boiler* TDS normal maksimum 2000 ppm. Hasil analisis air *boiler* berkisaran antara 950 s/d 2400 ppm dengan rata-rata TDS *water tube boiler* adalah 1564 ppm. Berdasarkan data dan analisis grafik, terlihat terjadinya perubahan 5 kali mengalami kenaikan TDS pada hari 6, 8, 19, 24 di atas maksimum yang telah ditetapkan. Nilai TDS yang rendah dapat mengurangi pembentukan kerak karena hal ini menandakan ion-ion terlarut sangat sedikit sehingga daya panas pada pipa sangat baik, namun jika nilai TDS yang tinggi dapat menimbulkan kerusakan pada boiler karena jika dibiarkan akan menimbulkan endapan pada pipa-pipa *boiler* yang semakin lama akan menyumbat *boiler* dan akan terjadi *overheating* sehingga umur pipa tidak bertahan lama. Maka dari itu, perlunya dilakukan pengontrolan secara berkala pada TDS air *boiler*.



Gambar 4. Grafik Perbandingan TDS Air Boiler

3. Hasil Analisa Silica Air Boiler

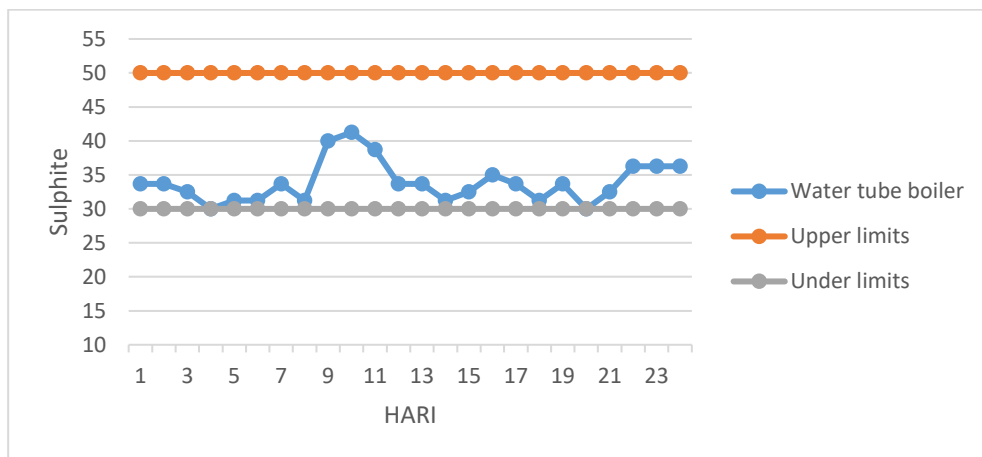
Standar silika air boiler maksimum 100 ppm. Hasil analisis air boiler berkisaran antara 12 s/d 127 ppm dengan rata-rata silika air boiler pipa air adalah 94,92 ppm. Berdasarkan data dan analisis grafik, terlihat tidak stabil dari kualitas silika yang lebih banyak melebihi batas maksimum, jika tidak di tangani dapat menyebabkan kenaikan vibrasi dan kerusakan pada shaft. Kadar silika yang tinggi disebabkan oleh pengolahan air yang tidak sempurna pada proses demineralisasi. Jika diketahui silika tinggi karena resin dalam tabung anion jenuh, pertukaran anion tidak akan lengkap saat resin jenuh, harus diregenerasi untuk mengaktifkan kembali resin dan jika kandungan silika terlalu tinggi, harus ditiup. Tujuan dari peniupan adalah untuk mengurangi pembentukan kerak pada tabung ketel.



Gambar 5. Grafik perbandingan silika air boiler

4. Hasil Analisa Sulphite Air Boiler

Natrium sulfit biasanya digunakan untuk menghilangkan oksigen terlarut dari air boiler. Untuk memastikan penghilangan oksigen yang cepat dan lengkap memasuki sistem air umpan boiler, tingkat sulfit boiler harus dipertahankan 30 – 50 ppm SO₃. Hasil analisis air boiler berkisaran antara 29,7 s/d 57,5 ppm bahwa kandungan sulphite rata-rata air boiler pipa air adalah 34,31 ppm. Berdasarkan data dan analisis grafik, untuk parameter sulphite masih memenuhi standar, dan tidak ada perbedaan yang signifikan pada air boiler pipa air sulphite. Jika dosis sulphite yang terlalu rendah dapat menyebabkan korosi pada sistem boiler, dan jika dosis sulfit yang terlalu banyak dapat menyebabkan hilangnya energi melalui *blowdown boiler*, maka lebih banyak yang harus dilakukan untuk mengurangi kandungan terlarut air boiler.

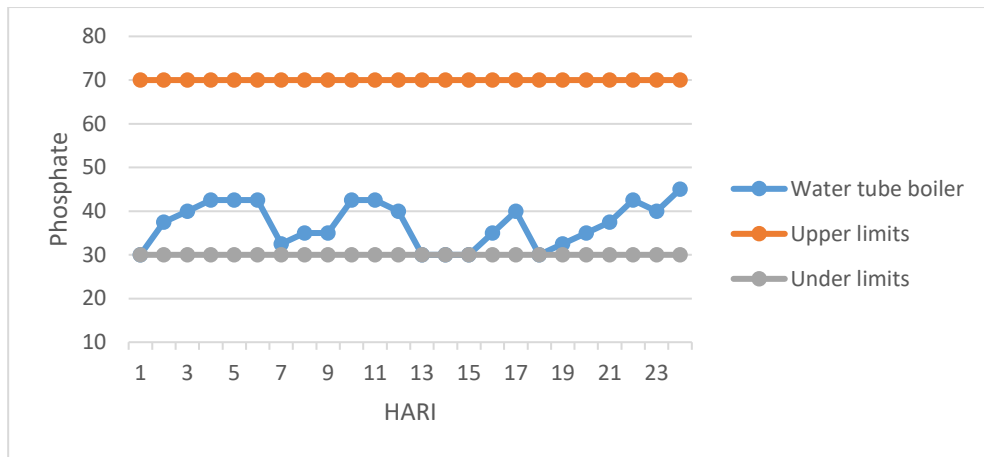


Gambar 6. Grafik perbandingan sulphite air boiler

5. Hasil Analisa Phosphate Air Boiler

Pembentukan deposit dan korosi tersebut terjadi akibat adanya garam - garam kalsium dan magnesium yang terdapat pada air yang digunakan dalam boiler. Bila kadar phosphate tinggi atau berkurangnya phosphate dalam air umpan boiler akan menyebabkan terbentuknya korosi atau pembentukan deposit yang berakibat panas yang tidak merata pada boiler dan energi yang dibutuhkan pada boiler semakin tinggi untuk menghasilkan uap.

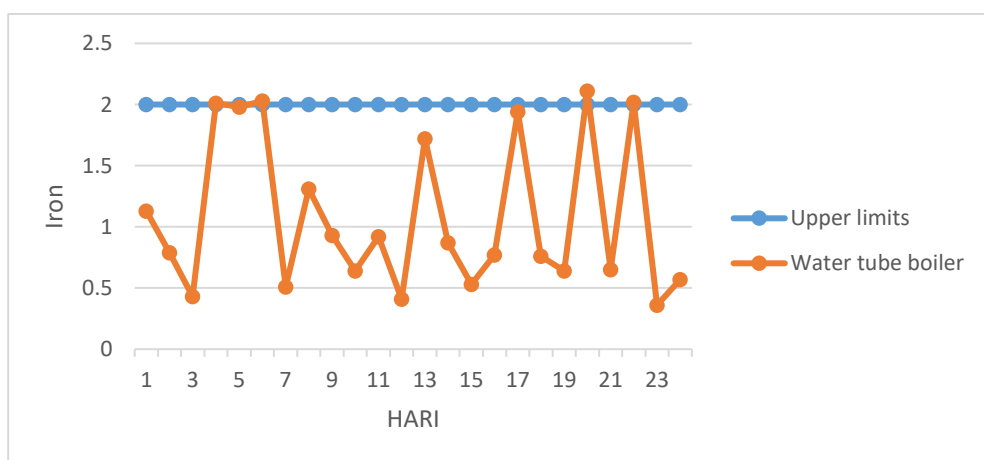
Standar phosphate air boiler adalah 30-70 ppm. Hasil analisa air boiler berkisaran antara 29.8 s/d 62 ppm dengan rata-rata kandungan phosphate air boiler pipa air 37,08 ppm. Berdasarkan data dan analisis grafik, untuk parameter phosphate air boiler pipa air. Standar total hardness air boiler adalah trace. Berdasarkan data hasil analisa untuk parameter total hardness air boiler masih sesuai standar dengan air boiler pipa air adalah sama yaitu trace.



Gambar 7. Grafik perbandingan *phosphate* air boiler

6. Hasil Analisa Iron Air Boiler

Hasil analisis air boiler berkisaran antara 0,03 s/d 2,02 ppm dengan rata-rata kandungan iron air boiler pipa air 1,08 ppm. Berdasarkan data dan analisis grafik, untuk parameter iron air boiler pipa air standar total air boiler adalah *max* 2 ppm. Berdasarkan data hasil analisa untuk parameter total iron air boiler masih sesuai standar dan masih layak untuk digunakan oleh *water tube boiler* akan tetapi pada hari ke 4, 6, dan 22 kadar Iron didapat melebihi standar yang ditetapkan oleh ASME residu Iron yang melebihi batas yang ditetapkan dapat menyebabkan korosi pada boiler, penggunaan bahan kimia *oxygen scavenger* yang berfungsi mengikat *oxygen* yang lolos ke dalam boiler dengan menambahkan Natrium Sulfit sehingga tidak terjadi masalah korosi pada boiler karena Natrium Sulfit akan bereaksi dengan oksigen membentuk endapan Natrium sulfat. Kandungan iron yang tinggi dimungkinkan berasal dari material *tube* yang terkikis. *Tube* yang terkikis dapat disebabkan karena pengaruh oprasi atau kontaminasi kimia berbahaya yang dapat bereaksi dengan material *tube carbon steel*. Pola operasi seperti pH tidak sesuai standar, *overheat* dan *flowrate* yang terlalu tinggi sedangkan kontaminan kimia seperti kandungan *dissolved oxygen* (DO) atau *carbon dioxide* yang tinggi, kandungan *chloride* dan *sulphite* yang tinggi serta *phosphate* dan *hydrazine* yang tinggi menyebabkan kenaikan pH drastis (Very, 2018).



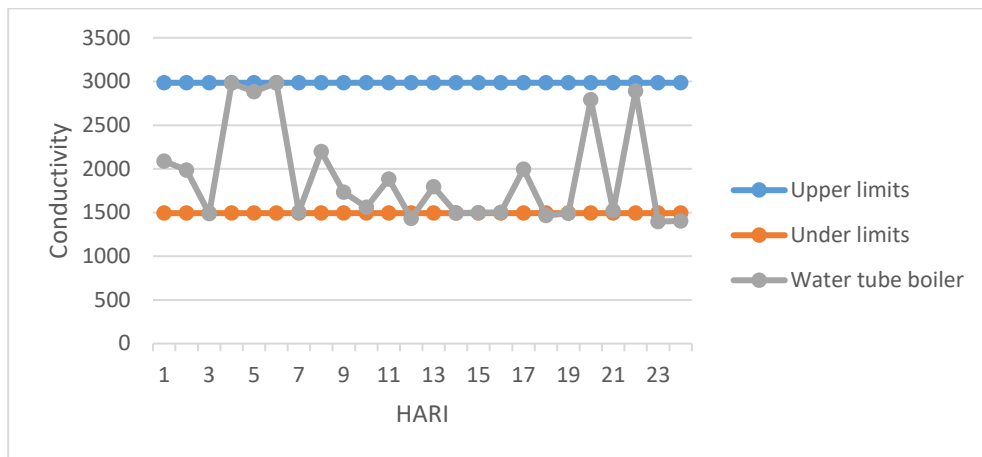
Gambar 8. Grafik perbandingan iron air boiler

7. Hasil Analisa *Conductivity Air Boiler*

Konduktivitas adalah ukuran kandungan elektrolit total air. Konsentrasi elektrolit, yang sebagian besar berupa garam terlarut dalam air, berhubungan dengan kemampuan air untuk menghantarkan listrik. Semakin banyak garam yang larut, semakin baik konduktivitas listrik air. Air sulingan, yang tidak mengandung garam terlarut, oleh karena itu bukanlah penghantar listrik yang baik. Selain jumlah garam terlarut, konduktivitas juga dipengaruhi oleh nilai temperatur (Brower dkk, 1990).

Conductivity merupakan daya hantar listrik suatu larutan yang sangat dipengaruhi oleh ion atau padatan terlarut didalamnya, sehingga semakin tinggi *conductivity* air tersebut maka semakin banyak pula padatan terlarut yang ada dilamnya, parameter ini memiliki satuan (uS/cm).

Air boiler conductivity normal maks 2.985. Hasil analisis air *boiler* berkisaran antara 1397 s/d 2792 ppm dengan rata-rata *conductivity water tube boiler* adalah 1.915 ppm. Data grafik menunjukkan bahwa parameter *conductivity air boiler* masih dalam standar parameter air yang ditetapkan. Berdasarkan data dan analisis grafik, parameter *conductivity* masih memenuhi standar, dan tidak ada perbedaan yang signifikan pada air *boiler* pipa air *conductivity*.



Gambar 9. Grafik perbandingan *conductivity air boiler*

KESIMPULAN

1. *Ratio* pemakaian air *boiler* pipa air terlihat cenderung ekonomis dengan *ratio* pipa air sebesar 0,70 M3/ton TBS dan rata-rata *ratio* konsumsi air *boiler* harian pada bulan September 2022 sebesar 0,420 M3/ton TBS.
2. Hasil analisa yang dapat menyebabkan kerusakan dari kualitas air pH, *silica* yang tidak stabil bahkan melampaui *upper limits* pH dan *silica* yang dapat menyebabkan laju korosi yang terjadi dan berpengaruh terhadap pembentukan kerak dan korosi.
3. Hasil Analisa kualitas air pipa air *boiler* yang terlihat tidak tabil pada pada kualitas air pH berkisaran 9,77-12,45 unit, sedangkan *silica* berkisaran antara 12 - 127 ppm dan TDS berkisaran 950 – 2400 ppm yang menunjukkan bahwa kualitas air pH, *silica* dan TDS tidak standar dengan kualitas mutu air *boiler*.
4. Hasil analisa parameter kualitas air boiler pipa air yang terdiri dari parameter *sulphite* berkisaran antara 29,7 – 51,25 ppm, *phosphate* berkisaran 29,8 – 62 ppm, untuk iron berkisaran 0,03 – 2,02 ppm dan *conductivity* bekisaran antara 1.397 – 2.792 μ hos/cm menunjukkan air *boiler* masih dalam kedaan standar yang masih bisa digunakan oleh boiler pipa air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Elektro. (2021). Apa Itu Daerator Prinsip Kerja dan Aplikasi.
- Brower, J.E., Jerrold, H.Z. & Car, I.N.V.E. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology 3th Edition. Wm. C. Brown Publisher. New York.
- Eko, Lisysantaka, Rusma, Putra. (2011) *Reliability Centered Maintenance*. Sekilas tentang runtutan sebab akibat perkembangan dunia maintenance hingga mencapai detail penjelasan pada metodologi RCM. Teknik Industri. Universitas Diponegoro.
- Menon, Satheesan. (2007). *Operation, Maintenance and Saironty*.
- Nining, Dwi, Prastiwi. (2013). Beda Softener dan Demineralizer.
- Opra Yakaramilena, (2019). Analisis Kontribusi Kerusakan *Boiler* Terhadap Kegagalan Proses Produksi di PT. Perkebunan Nusantara II Kebun Arso Menggunakan Failure Modes And Efironct Analysis (FMAE) dan Fishbone.
- PT. PLN (PERSERO) Pusat Pendidikan Dan Pelatihan. *Handbook Turbin Uap*.
- Pujiono. (2015) Studi Komparasi *Fire Tube Boiler* Dengan *Water tube Boiler* Di PT. SMART Tbk – Padang Halaban Mill. Yogyakarta : Institut Pertanian STIPER.
- Very, C. Kontaminan Fe di Air Boiler <https://www.caesarvery.com/2018/12/kontaminan-fe-di-air-boiler.html> (accessed 2023 -02 -25).