

Pustakawan Instiper

jurnal_22317

 19 Dec 2024

 Cek Plagiat

 INSTIPER

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3123618950

Submission Date

Jan 2, 2025, 10:21 AM GMT+7

Download Date

Jan 2, 2025, 10:24 AM GMT+7

File Name

JTPA2_ARYA_PAMUNGKAS.docx

File Size

171.7 KB

23 Pages

7,940 Words

40,391 Characters




6% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 6%  Internet sources
- 1%  Publications
- 4%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 6% Internet sources
- 1% Publications
- 4% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet		
		tpa.fateta.unand.ac.id	4%
2	Internet		
		docplayer.info	1%
3	Internet		
		123dok.com	0%
4	Internet		
		jurnal.instiperjogja.ac.id	0%
5	Internet		
		pt.scribd.com	0%
6	Internet		
		eprints.ums.ac.id	0%
7	Internet		
		fr.scribd.com	0%
8	Internet		
		tkm.atim.ac.id	0%
9	Internet		
		de.scribd.com	0%
10	Internet		
		eprints.uny.ac.id	0%
11	Internet		
		journal.ppns.ac.id	0%

12	Internet	jurnal.uns.ac.id	0%
13	Internet	pacificpanel.com	0%
14	Internet	sinta.unud.ac.id	0%
15	Internet	sipora.polije.ac.id	0%
16	Internet	www.adywater.com	0%
17	Internet	www.scribd.com	0%

Analisis Efektivitas Water Treatment Plant (WTP) Terhadap Kualitas Air Boiler

Arya Pamungkas¹, Nuraeni Dwi Dharmawati², Hermantoro²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

²Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

*Email : aryapamungkas450@gmail.com

nuraenidharmawati@gmail.com

ABSTRAK

Efektifitas pengolahan air merupakan salah satu aspek penting dalam penggunaan mesin Boiler. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kerja *Water Treatment Plant* (WTP) terhadap kualitas air Boiler dengan pengukuran menggunakan metode Titrimetri yang berguna sebagai bahan acuan dalam memonitoring dan mengendalikan kualitas air baku Boiler agar terhindar dari masalah yang timbul akibat kualitas air yang tidak sesuai standar. Kualitas pada air Boiler menunjukkan hasil yang memenuhi standar dengan rerata Turbidity 1.3 NTU, M-Alkalinity 346.5, pH 11.3, TDS 1.464.3 ppm, Hardness *Trace* atau < 1 ppm, Sulfite 40.4 ppm, Silika 88.4 ppm, Iron 0.24 ppm, Phosphate 62.6 ppm, dan Cloride 23.88 ppm. Analisis kualitas air Boiler menunjukkan nilai efektivitas pada parameter Turbidity sebesar 90.64%, M-Alkalinity 3.264%, pH 56,94%, TDS 2.543%, Hardness 62,9%, Silika 1.219%, Iron 54,54% dan Cloride Boiler 2.885%. Dan terdapat parameter kualitas air Boiler yang tidak memenuhi standar seperti Sulfite, Silika dan Phosphate.

Kata Kunci : water treatment plant, titrimetri, turbidity, m-alkalinity, sulfite, ph, tds, hardness, silica, iron, phosphate, chloride

PENDAHULUAN

Efektifitas pengolahan air merupakan salah satu aspek penting dalam industri, terutama dalam penggunaan mesin Boiler. Dalam kegiatan Industri pengolahan kelapa sawit penggunaan Boiler sangat memerlukan air yang berkualitas tinggi untuk menghasilkan uap yang optimal sehingga mendukung dalam proses pengolahan kelapa sawit. kualitas air yang buruk dapat menyebabkan timbulnya permasalahan dan menyebabkan kerusakan pada mesin Boiler, meningkatkan biaya oprasional, dan bahkan mengancam keselamatan kerja (Siti, 2021).

Water Treatment Plant (WTP) merupakan sistem pengolahan air yang memiliki peranan penting dalam mengolah air baku menjadi air yang memenuhi standar kualitas yang diperlukan (Mukhlisin.Ahmad, 2020). Proses pengolahan air Boiler terbagi menjadi dua tahapan yaitu Eksternal dan Internal Water Treatment (Eni Maryani et al., 2014). Namun, efektivitas *Water Treatment Plant* dalam meningkatkan kualitas air Boiler masih perlu dipertanyakan karena beberapa faktor dapat mempengaruhi kinerja dan keefektifitasan antara proses pengolahan air, jenis dan jumlah bahan kimia yang digunakan, serta perawatan dan pemeliharaan sistem *Water Treatment Plant* itu sendiri (Pasra & Hakim, 2015).

Kualitas air yang digunakan dalam proses pengoprasian Boiler merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi kinerja dan efisensi Boiler dalam menghasilkan steam, selain itu kualitas air yang buruk dapat menyebabkan korosi dan pengendapan kerak yang disebabkan oleh penumpukan mineral seperti Magnesium dan Kalsium yang dapat menghambat aliran panas yang membuat Boiler harus bekerja lebih keras dan mengurangi efisiensi kerja Boiler (Muhrinsyah Fatimura, 2016). Hal ini dapat berpotensi mengurangi jumlah produksi listrik yang dihasilkan karena steam yang dihasilkan kurang memenuhi jumlah yang diinginkan, sehingga meningkatkan penggunaan Generator dan bahan bakar solar yang berakibat langsung pada peningkatan biaya oprasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kerja *Water Treatment Plant* (WTP) terhadap kualitas air Boiler dengan melalui pengukuran menggunakan metode Titrimetri yang berguna sebagai bahan acuan dalam memonitoring dan mengendalikan kualitas air baku baik dari *Eksternal Water Treatment* maupun *Internal Water Treatment* agar Boiler dapat terhindar dari masalah yang timbul karena kualitas air yang tidak sesuai dengan standar parameter kualitas air yang digunakan.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada Agustus 2023 - November 2023. Penelitian ini dilakukan di PT. Kalimantan Agro Makmur. Desa Abit, Kecamatan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Breaker Glass, Glass Rod, Spatula, Jirigen, Spet (Suntikan), Flocculation Tester, pH Meter, TDS meter, Turbidity Meter 900 dan Buret

Bahan yang digunakan adalah sampel air Raw Water, Sand filter, Softener, Feed Tank dan Boiler, Soda Ash, Polimer, Alluminium Sulfat, Aquades, Reagent So-274, Reagent So-275, Reagent So-277, Reagent 5035 Sulfat, Reagent So-5037, Reagent So-5034, Silica HR Molybdate, HR Silica RGD, Silica Citric Acid, Reagent So-222, P indicator, Reagent So-266, Reagent So-224, Reagent So-229, POC 1 (Reagent So-135), dan POC 2 (Reagent So-136).

C. Prosedur Penelitian

Pada pengukuran kualitas air pengambilan sampel dilakukan 1 jam setelah pabrik beroperasi dan di beberapa titik lokasi yaitu seperti pada Raw Water, Sand Filter, Softener, Feed Tank dan Boiler yang kemudian diuji sesuai dengan cara dan standar pengukuran parameter air. Pada setiap sampel air memiliki parameter yang berbeda-beda sesuai dengan standar parameter yang digunakan.

- Raw Water pengukuran dilakukan untuk mengetahui Turbidity, M-Alkalinity, pH, TDS, Hardness, Iron dan Chloride.
- Jar Test dilakukan 1 jam sebelum pabrik beroperasi dengan menggunakan sampel air waduk untuk menentukan takaran bahan koagulan dan floagulan yang akan ditambahkan kedalam *Clarifier Tank* seperti Allum, Polimer dan Soda Ash yang akan digunakan untuk Eksternal Water Treatment.
- Sand Filter pengukuran dilakukan untuk mengetahui Turbidity, M-Alkalinity, pH, TDS dan Chloride.
- Softener pengukuran dilakukan untuk mengetahui M-Alkalinity, pH, TDS dan Hardness.
- Feed Tank pengukuran dilakukan untuk mengetahui M-Alkalinity, pH, TDS, Silika dan Iron.
- Boiler pengukuran dilakukan untuk mengetahui PMO-Alkalinity, pH, TDS, Sulfite, Silika, Iron, Phosphate dan Chloride.

a. Prosedur Jar Test

1. Pembuatan Larutan Koagulan dan Floagulan untuk Jar Test

- a. Menyiapkan alat seperti : Hot Plate, Beaker Glass Rod, Spatula , dan Timbangan Analytical Balance.
- b. Menyiapkan bahan :
 - Allum = 1 gram dan Aquades 100 ml
 - Polimer = 0,1 gram dan Aquades 100 ml
 - Soda Ash = 1 gram dan Aquades 100 ml
- c. Memasukan masing masing bahan ke dalam Beaker Glass Rod dan aduk sampai larutan menjadi homogen.
- d. Memberi label pada masing masing larutan. seperti : larutan Allum, larutan Polimer dan larutan Soda Ash.

2. Uji Sampel Jar Test

- a. Memasukan sampel air waduk kedalam 4 buah Breaker Glass dengan takaran masing masing sebanyak 500 ml.
- b. Menambahkan Alum dan Soda Ash kedalam masing masing sampel dengan beberapa variasi takaran yaitu :
 - Sampel I : Alum 10 ml dan Soda Ash 20 ml
 - Sampel II : Alum 15 ml dan Soda Ash 20 ml
 - Sampel III : Alum 20 ml dan Soda Ash 20 ml
 - Sampel IV : Alum 25 ml dan Soda Ash 20 ml

- c. Melakukan pengadukan sampel dengan menggunakan *Floculation Tester* dengan kecepatan 180 rpm dan waktu 5 menit.
 - d. Menambahkan cairan Polimer 0,5 ml lalu dilakukan pengadukan kembali menggunakan *Flokulation Tester* dengan kecepatan 50 rpm dan waktu selama 5 menit.
 - e. Mengamati hasil air yang paling jernih yang akan menjadi acuan dalam menentukan takaran didalam Water Treatment.
- b. Prosedur Pengukuran Turbidity
1. Ambil 10 ml aquades masukan ke dalam gelas analisa
 2. Tekan tombol option kemudian pilih menu Favorite/User program kemudian pilih program 745 Turbididy
 3. Kemudian masukan gelas analisa ke dalam DR 900 tekan Zero
 4. Buang Aquades dari gelas analisa, masukan 10 ml sampel ke dalam gelas analisa.
 5. Masukan gelas analisa ke DR 900, Tekan READ
 6. Nilai pada display DR 900 adalah nilai parameter Turbidity dalam satuan NTU.
- c. Prosedur Pengukuran PMO Alkalinity
- P alkanility:
1. Ambil sampel yang akan di uji untuk air Boiler sebanyak 10 ml, untuk sampel air lainnya sebanyak 50 ml, tambahkan 2 tetes SO 222.
 2. Jika warna tidak berubah menjadi pink maka P Alkalinity = 0.
 3. Jika warna berubah menjadi pink maka titrasi dengan SO 226 dari warna pink menjadi bening (sampel jangan dibuang karna akan digunakan karena akan digunakan untuk pengujian M Alkalinity).
 4. Cek jumlah ml SO 226 yang digunakan untuk titrasi .
- Rumus:
- untuk Boiler : P Alkalinity = (100 x MI SO 226 yang dipergunakan) ppm CaCO₃
 - untuk sampel air lain (20 x MI SO 226 yang dipergunakan) ppm CaCO₃.
- M Alkalinity:
1. Tambahkan 5 tetes SO 260 kedalam sampel.
 2. Titrasi dengan SO 226 sampai sampel berubah menjadi pink.
 3. Hitung jumlah SO 226 yang digunakan.
- Rumus :
- untuk Boiler : P Alkalinity = (100x MI S0 226 yang dipergunakan) ppm CaCO₃
 - untuk sampel air lain (20 x MI S0 226 yang dipergunakan) ppm as CaCO₃
- O Alkalinity
- Dihitung dengan persamaan berikut :
- $$O \text{ Alkalinity} = (2 \times P \text{ Alkalinity}) - (M \text{ Alkalinity})$$
- Keterangan ;
- SO 222 = P indikator
- SO 226 = N / 50 H₂SO₄
- SO 260 = M Indikator.
- d. Prosedur Pengukuran pH
- Pengukuran pH air dilakukan dengan menggunakan pH Meter dengan cara memasukan alat ke dalam air sampel yang ingin di uji. Untuk sampel yang di uji sendiri : Raw Water, Sand Filter, Softener, Feed Tank, dan Boiler.
- e. Prosedur Pengukuran TDS
- Untuk pengukurannya dilakukan dengan memasukan alat pengukur DR 900 kedalam sampel air kemudian tunggu hingga angka pada alat keluar dan menunjukkan hasilnya dan jika sudah keluar hasil yang keluar di kali 0,67. Untuk sampel yang di uji antara lain : Raw Water, Sand Filter, Softener, Feed Tank, dan Boiler.

- f. Prosedur Pengukuran Hardness (kesadahan)
1. Siapkan 50 ml air sampel dan masukan ke dalam gelas ukur.
 2. Tambahkan 2 ml SO 275 dan aduk.
 3. Tambahkan SO 277 secukupnya sambil di goyang sampai berubah warna menjadi merah muda atau merah ke ungu berarti sampel mengandung Hardness. Jika berwarna biru maka sudah tidak mengandung Hardness (*TRACE*)
 4. Titrasi dengan SO 274 sampai sampel berubah warna menjadi biru.
 5. Hitung jumlah ml SO 274 yang di gunakan .
Total Hardness = (20 x ml SO274 yang di gunakan) ppm CaCO.
- g. Prosedur Pengukuran Sulfite
1. Ambil sampel air Boiler yang jernih sebanyak 50 ml.
 2. Tambahkan SO 5035 sebanyak 2 ml dan aduk.
 3. Tambahkan kira kira 0,5 g SO 5037 dan aduk.
 4. Titrasi dengan SO 5034 sampel sampel berubah warna menjadi gelap.
 5. Hitung jumlah ml SO 5034 yang digunakan
Rumus :
ppm Sulfite = (0,635 x 25 x ml SO 5034 yang digunakan) ppm SO3.
- h. Prosedur Pengukuran Silika
1. Ambil 10 ml air sampel masukan kedalam gelas analisa.
 2. Tekan tombol option kemudian pilih menu Favorite/user program kemudian pilih program 656 silica HR selanjutnya masukan gelas analisa tersebut kedalam DR 900 kemudian tekan zero.
 3. Kemudian tambahkan reagent SIH3 (Silica Molibgate) dan SIH1 (silica acid RGT) kedalam larutan kemudian kocok hingga larut.
 4. Kemudian tekan tombol option pilih start timer kemudian pilih timer 02:00.
 5. Setelah alarm berbunyi masukan reagent SIH2 (Silica Citric Acid) kocok hingga larut.
 6. Masukan kembali gelas analisa dengan DR 900 kemudian tekan tombol option kemudian pilih timer 02:00.
 7. Setelah alarm berbunyi , tekan read
 8. Nilai yang muncul di display DR 900, adalah nilai parameter Silica dengan satuan ppm.
- i. Prosedur Pengukuran Iron
1. Ambil 10 ml sampel ke dalam gelas analisa.
 2. Tekan tombol option kemudian pilih menu Favorite/user program kemudian pilih program 742 Iron HL selanjutnya masukan gelas analisa tersebut kedalam DR 900 kemudian tekan zero.
 3. Keluarkan gelas analisa kemudian tambahkan reagent Fe-HL kedalam sampel kocok hingga larut.
 4. Masukan gelas analisa kembali kedalam DR 900 kemudian pilih option pilih start kemudian pilih timer 02:00.
 5. Setelah alarm berbunyi tekan read.
 6. Nilai yang muncul di display DR 900, adalah nilai parameter Iron dengan satuan ppm.
- j. Prosedur Pengukuran Phosphate
1. Masukan 5 ml aquadest kedalam botol analisa Kemudian tambahkan 0,5 ml sampel ke dalam botol analisa hingga tercampur rata.
 2. Tambah kan 1 ml POC 1 kedalam botol analisa kocok hingga larut dan tunggu selama 1 menit
 3. Setelah itu tambahkan 3 tetes POC 2 dan tunggu lagi salama 5 menit.
 4. kemudian bandingkan warnanya dengan balnco yang ada jika warnanya semakin gelap maka ppm Phosphate makin tinggi.

k. Prosedur Pengukuran Cloride

1. Masukkan 50 ml sampel yang jernih atau telah difilter
2. Tambahkan 2 tetes indikator SO 260. apabila berubah menjadi biru, titrasi dengan SO 226 sampai warna biru hilang. Apa bila tidak menjadi biru maka tambahkan 2 ml SO 224.
3. Titrasi dengan SO 229 sampai berubah warna menjadi merah bata.
4. Ulangi langkah 1 s.d. 3 dengan menggunakan Aquades untuk menentukan blanko.

Rumus :

$$CI = 0,607 \times 20 \text{ (ml SO 229 untuk sampel - ml SO 229 untuk blako) ppm Cloride.}$$

D. Analisa Data

1. Mengukur kualitas parameter air
2. Menyusun hasil pengukuran parameter air ke dalam tabel. Terdapat 10 tabel yang berisi hasil pengukuran parameter air selama 40 hari
3. Membuat grafik parameter air untuk sebagai alat visualisasi data hasil pengukuran agar mudah dipahami dan membantu dalam mengidentifikasi pola dan tren dalam data seperti perubahan kualitas air seiring waktu.
4. Menganalisis hasil pengukuran berdasarkan standar standar parameter yang digunakan.
5. Menghitung Jumlah Sampel Diluar Standar

Rumus :

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Tidak Tercapai}}{\text{Jumlah Total Sampel}} \times 100 \%$$

Jumlah Tidak Tercapai : Jumlah sampel dengan nilai diluar standar.

Jumlah Sampel : 40 Sampel.

6. Mengukur Efektivitas Pengolahan Air

Rumus (menurut Rahman et al., 2022):

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{\text{Input-Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Input : Sampel Sebelum

Output : Sampel Sesudah

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dosis Bahan Kimia Eksternal Water Treatment

Bahan kimia eksternal digunakan dalam tahapan awal pengolahan air baku untuk menghilangkan kontaminan, mengendapkan partikel dan meningkatkan kualitas air sebelum lanjut kedalam proses selanjutnya. Terdapat tiga bahan kimia yang digunakan di *Eksternal Water Treatment* yaitu Alluminium Sulfat, Soda Ash dan Polimer.

Tabel 1. Hasil Jar Test

Hasil Jar Test Sampel Air Waduk						
No	Alum	Soda Ash	Polimer	Turbidity (NTU)	pH	TDS (ppm)
1	10	20	0,5	18	8,01	27
2	15	20	0,5	6	7,51	32
3	20	20	0,5	0,5	7,35	34
4	25	20	0,5	0,5	7,18	41

Dari hasil pengukuran pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil Jar Test air waduk dengan takaran Alum 25 ml, Soda Ash 20 ml dan Polimer 0,5 ml menunjukkan hasil kekeruhan (Turbidity) dan pH paling rendah dibandingkan dengan takaran lain sehingga dapat digunakan dalam menentukan jumlah takaran bahan kimia yang akan ditambahkan ke dalam Clarifier. Jika flow inlet Clarifier 40 m³/jam dan waktu habis chemical Alum selama 13,6 jam, N-8173 selama 16,9 jam dan Soda Ash 24,9 jam. maka dosis pemakaian chemical WTP hasil Jar Test sebagai berikut :

- Alum = $\frac{25 \text{ ppm} \times 40 \text{ m}^3 \text{ perjam} \times 13,6 \text{ jam}}{1000} = 13,6 \text{ kg.}$
- Soda Ash = $\frac{20 \text{ ppm} \times 40 \text{ m}^3 \text{ perjam} \times 24,9 \text{ jam}}{1000} = 19,9 \text{ kg.}$

$$- \text{ Polimer} = \frac{0,5 \text{ ppm} \times 40 \text{ m}^3 \text{ perjam} \times 16,9 \text{ jam}}{1000} = 0,34 \text{ kg.}$$

Jadi untuk dosis bahan kimia *Eksternal Water Treatment* adalah untuk Alum sebanyak 13,6 kg, Soda Ash sebanyak 19,9 kg dan Polimer sebanyak 0,34 kg.

B. Dosis Bahan kimia Internal Water Treatment

Bahan kimia Internal digunakan setelah proses Eksternal treatment dilakukan hal ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas air secara lebih lanjut terutama sebelum air digunakan sebagai umpan Boiler. Penggunaan bahan kimia dalam proses *Internal Water Treatment* bertujuan untuk mengontrol kesadahan dan parameter lainnya serta menghilangkan gas terlarut yang dapat menyebabkan timbulnya permasalahan pada Boiler.

Tabel 2. Dosis Bahan Kimia Internal Water Treatment

Chemical Boiler	Dosis rekomendasi Nalco water	
N-8507 (Alkali Booster)	7,61 ppm	8,0 kg / 30 jam
N-2811 (Sulfite)	5,71 ppm	6,0 kg / 30 jam
N-3273 (Phosphate)	0,95 ppm	1,0 kg / 30 jam
N-22310 (Nexguard)	1,42 ppm	1,5 kg / 30 jam
Kapasitas boiler = 35 ton/jam		

C. Hasil Pengukuran Turbidity

Tabel 3. Hasil Analisis Turbidity Pada Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment	
		Turbidity Raw Water	Turbidity Sand Filter
1	01/08/23	13	4
2	02/08/23	10	0
3	03/08/23	12	0
4	04/08/23	11	0
5	05/08/23	13	9
6	08/08/23	12	2
7	09/08/23	14	0
8	10/08/23	12	6
9	11/08/23	16	0
10	12/08/23	13	4
11	14/08/23	7	1
12	15/08/23	9	0
13	16/08/23	17	0
14	19/08/23	5	0
15	21/08/23	12	8
16	22/08/23	2	0
17	23/08/23	10	0
18	24/08/23	12	0
19	25/08/23	14	0
20	26/08/23	18	0
21	28/08/23	7	0
22	29/08/23	5	0
23	30/08/23	5	0
24	31/08/23	6	0
25	01/09/23	4	0
26	02/09/23	10	0
27	04/09/23	5	3
28	05/09/23	10	2

29	06/09/23	6	0
30	07/09/23	8	0
31	08/09/23	14	1
32	09/09/23	14	0
33	11/09/23	10	0
34	12/09/23	55	3
35	13/09/23	36	2
36	14/09/23	34	2
37	15/09/23	27	1
38	16/09/23	27	2
39	18/09/23	25	1
40	19/09/23	16	2
Standar Turbidity Sampel Air		-	Max 5 NTU
Rata-rata Turbidity Sampel Air		13.9	1.3
Nilai Min Turbidity Sampel Air		55	9
Nilai Max Turbidity Sampel Air		2	0

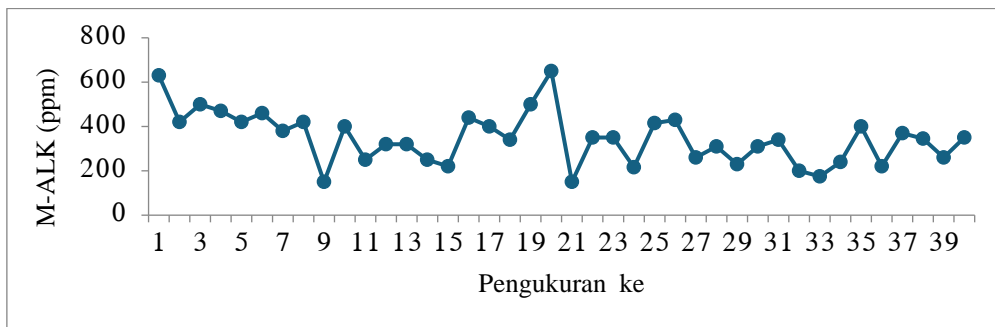
Pada *Sand Filter* dilakukan pengukuran kandungan *Turbidity* hal ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas proses filtrasi. berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa standar *Turbidity* air *Sand Filter* maksimal 5 NTU sedangkan untuk rata-rata *Turbidity* sampel *Raw Water* adalah 1,3 NTU dan nilai tertinggi yaitu 9 NTU pada tanggal 05 Agustus 2023, Dari hasil pengukuran diketahui terdapat 3 dari 40 sampel atau 7,5% sampel air *Sand Filter* memiliki *Turbidity* diatas standar. Dan dari hasil perhitungan efektivitas diketahui bahwa 90,64% *Sand Filter* dapat menurunkan *Turbidit*.

D. Hasil Pengukuran M-Alkalinity

Tabel 4. Hasil Analisis M-Alkalinity Pada Beberapa Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment		Internal Treatment		
		M ALK Raw Water	M ALK Sand Filter	M ALK Softener	M ALK Feed Tank	M ALK Boiler
1	01/08/23	4	10	12	14	630
2	02/08/23	2	12	14	16	420
3	03/08/23	4	8	8	10	500
4	04/08/23	2	6	8	10	470
5	05/08/23	2	8	10	12	420
6	08/08/23	4	6	8	10	460
7	09/08/23	6	8	10	12	380
8	10/08/23	2	6	10	12	420
9	11/08/23	2	6	8	12	150
10	12/08/23	4	10	10	12	400
11	14/08/23	4	8	10	10	250
12	15/08/23	2	8	8	10	320
13	16/08/23	2	4	6	8	320
14	19/08/23	4	8	8	10	250
15	21/08/23	6	10	10	12	220
16	22/08/23	2	6	8	10	440
17	23/08/23	2	8	16	18	400
18	24/08/23	4	8	8	10	340
19	25/08/23	4	6	6	12	500
20	26/08/23	4	8	10	12	650
21	28/08/23	4	6	6	8	150
22	29/08/23	4	4	8	8	350

23	30/08/23	4	10	10	12	350
24	31/08/23	4	8	10	12	216
25	01/09/23	4	5	8	10	415
26	02/09/23	6	6	8	10	430
27	04/09/23	4	12	8	10	260
28	05/09/23	4	6	6	8	310
29	06/09/23	3	3	5	6	230
30	07/09/23	2	5	6	6	310
31	08/09/23	2	4	6	6	340
32	09/09/23	2	6	8	10	200
33	11/09/23	4	6	6	6	175
34	12/09/23	4	6	6	8	240
35	13/09/23	6	8	6	9	400
36	14/09/23	5	6	9	9	220
37	15/09/23	4	8	10	10	370
38	16/09/23	4	7	10	10	345
39	18/09/23	6	10	10	12	260
40	19/09/23	6	8	10	10	350
Standar M-Alkalinity Air		-	-	-	-	800 Max
Rata-rata M-Alkalinity Air		3.7	7.2	8.6	10.3	346.5
Nilai Min M-Alkalinity Air		2	3	5	6	150
Nilai Max M-Alkalinity Air		6	12	16	18	650



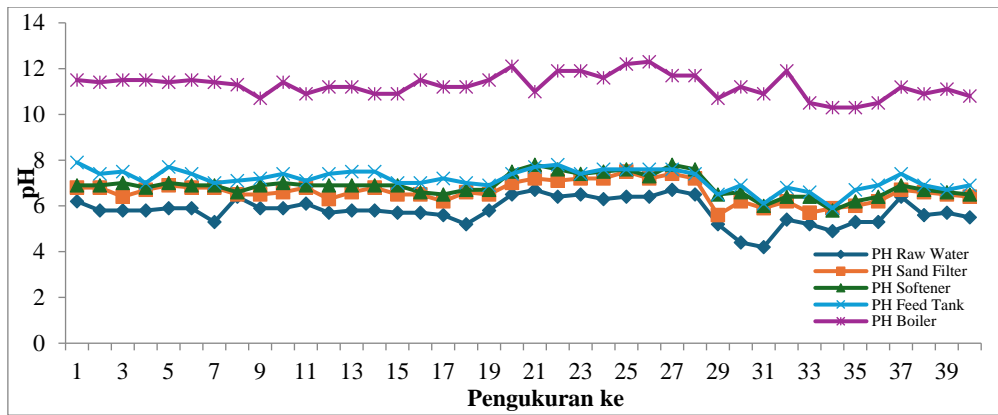
Gambar 1. Grafik Hasil M-Alkalinity Sampel Air Boiler

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa rata-rata M-Alkalinity air Boiler adalah 346,5 ppm dengan nilai terendah sebesar 150 pada tanggal 11, 28 Agustus 2023 dan nilai tertinggi sebesar 650 ppm pada tanggal 26 Agustus 2023 dimana untuk standar maksimal kandungan M-Alkalinity pada air Boiler yaitu adalah 800 ppm. Dan dari hasil pengukuran menggunakan rumus efektifitas diketahui bahwa terjadi peningkatan yang tinggi antara *M-Alkalinity Feed Tank* dan Boiler sebesar 3.264%. Perlu dilakukan monitoring secara teratur dan menjaga takaran bahan kimia *Alkalinity Booster* untuk mencegah terjadinya *foaming* dan *carry over* yang dapat menyebabkan terbentuknya kerak dan karat pada Boiler yang dapat mempengaruhi kualitas uap yang dihasilkan (Supwatul Hakim et al., 2023).

E. Hasil Pengukuran pH

Tabel 5. Hasil Analisis pH Pada Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment		Internal Treatment		
		PH Raw Water	PH Sand Filter	PH Softener	PH Feed Tank	PH Boiler
1	01/08/23	6.2	6.8	6.9	7.9	11.5
2	02/08/23	5.8	6.8	6.9	7.4	11.4
3	03/08/23	5.8	6.4	7	7.5	11.5
4	04/08/23	5.8	6.7	6.8	7	11.5
5	05/08/23	5.9	6.9	7	7.7	11.4
6	08/08/23	5.9	6.8	6.9	7.4	11.5
7	09/08/23	5.3	6.8	6.9	7	11.4
8	10/08/23	6.4	6.5	6.6	7.1	11.3
9	11/08/23	5.9	6.5	6.9	7.2	10.7
10	12/08/23	5.9	6.6	7	7.4	11.4
11	14/08/23	6.1	6.8	6.9	7.1	10.9
12	15/08/23	5.7	6.3	6.9	7.4	11.2
13	16/08/23	5.8	6.6	6.9	7.5	11.2
14	19/08/23	5.8	6.8	6.9	7.5	10.9
15	21/08/23	5.7	6.5	6.9	7	10.9
16	22/08/23	5.7	6.5	6.6	7	11.5
17	23/08/23	5.6	6.2	6.5	7.2	11.2
18	24/08/23	5.2	6.6	6.7	7	11.2
19	25/08/23	5.8	6.5	6.7	6.9	11.5
20	26/08/23	6.5	7	7.5	7.4	12.1
21	28/08/23	6.7	7.2	7.8	7.7	11
22	29/08/23	6.4	7.1	7.6	7.8	11.9
23	30/08/23	6.5	7.2	7.4	7.4	11.9
24	31/08/23	6.3	7.2	7.5	7.6	11.6
25	01/09/23	6.4	7.5	7.6	7.6	12.2
26	02/09/23	6.4	7.2	7.3	7.6	12.3
27	04/09/23	6.7	7.4	7.8	7.6	11.7
28	05/09/23	6.5	7.2	7.6	7.4	11.7
29	06/09/23	5.2	5.6	6.5	6.5	10.7
30	07/09/23	4.4	6.2	6.6	6.9	11.2
31	08/09/23	4.2	5.9	6	6.1	10.9
32	09/09/23	5.4	6.2	6.4	6.8	11.9
33	11/09/23	5.2	5.7	6.4	6.6	10.5
34	12/09/23	4.9	5.9	5.8	5.9	10.3
35	13/09/23	5.3	6	6.2	6.7	10.3
36	14/09/23	5.3	6.2	6.4	6.9	10.5
37	15/09/23	6.4	6.7	6.9	7.4	11.19
38	16/09/23	5.6	6.6	6.7	6.9	10.9
39	18/09/23	5.7	6.5	6.6	6.7	11.1
40	19/09/23	5.5	6.4	6.5	6.9	10.8
Standar pH Air		-	6.5-8.0	6.5-8.0	7.0-9.0	10.5-11.5
Rata-rata pH Air		5.8	6.6	6.9	7.2	11.3
Nilai Min pH Air		4.2	5.6	5.8	5.9	10.3
Nilai Max pH Air		6.7	7.5	7.8	7.9	12.3



Gambar 2. Grafik Hasil Analisis pH Sampel Air

Pada sampel *Sand Filter* dan *Softener* memiliki standar kandungan pH air yang sama-sama berkisar diantara 6,5-8,0. Untuk sampel air *Sand Filter* memiliki rata-rata pH sebesar 6,6 dengan pH terendah yaitu sebesar 5,6 (Standar 6,5-8,0) pada tanggal 06 September 2023, Dari hasil pengukuran diketahui 12 dari 40 sampel atau sebesar 30% dari jumlah sampel air *Sand Filter* memiliki pH dibawah standar dan dengan nilai efektivitas *Sand Filter* sebesar 13,79%. Sehingga untuk air *Sand Filter* diperlukan beberapa tindakan untuk meningkatkan pH air yaitu dengan cara memperhatikan jumlah penggunaan bahan kimia *Clarifier Tank* seperti Alumunium, Soda Ash dan Polimer yang digunakan dalam proses koagulan dan foagulan agar dapat meningkatkan pH pada air di *Sand Filter* (No.68 Tahun 2016, 2016).

Sedangkan untuk sampel air *Softener* memiliki rata-rata pH sebesar 6,9 dengan pH terendah yaitu sebesar 5,8 (Standar 6,5-8,0) pada tanggal 12 September 2023, Dari pengukuran diketahui 6 dari 40 sampel atau setara 15% dari jumlah sampel air *Softener* memiliki pH dibawah standar dan dengan nilai efektivitas *Softener* sebesar 4,54%. Untuk menungkatkan pH pada *Softener* hal yang perlu dilakukan adalah memperhatikan jumlah saat penambahan bahan kimia sehingga dapat meningkatkan pH air secara langsung namun juga tetap memperhatikan parameter selain pH agar tetap berada didalam standar yang digunakan.

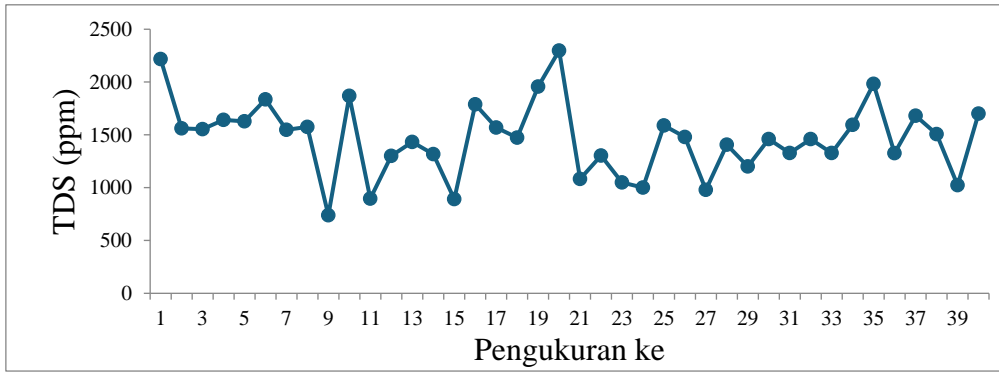
Pada sampel air *Feed Tank* memiliki standar kandungan pH berkisar diantara 7,0-9,0. Dari hasil pengukuran dapat diketahui bahwa rata-rata pH Feed Tank sebesar 7,2 dengan pH terendah yaitu sebesar 5,9 (Standar 7,0-9,0) pada tanggal 12 September 2023, Dari hasil pengukuran diketahui 12 dari 40 sampel air atau setara 30% dari jumlah sampel air *Feed Tank* memiliki pH dibawah standar dengan nilai efektivitas sebesar 4,34%. Hal yang harus dilakukan ketika kandungan pH pada *Feed Tank* rendah adalah memperhatikan penambahan takaran bahan kimia N-3273 (*Phosphate*) dan N-8507 (*Alkali Booster*) yang dapat berpengaruh terhadap peningkatan pH, namun perlu diingat untuk tetap memperhatikan parameter lain saat penambahan bahan kimia tersebut agar tetap terjaga di batas standar yang ditetapkan.

Proses pengukuran dan pengendalian pH pada air Boiler sangat penting dilakukan hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi dan kerusakan pada Boiler (Karismarani, 2021). Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa rata-rata pH air Boiler sebesar 11,3 dengan nilai terendah 10,3 pada tanggal 12 dan 13 September 2023 atau 5% dari jumlah sampel air Boiler memiliki pH dibawah standar. Sedangkan nilai pH tertinggi sebesar 12,3 (Standar 10,5-11,5) pada tanggal 02 september 2023, Dari hasil pengukuran diketahui 4 dari 40 sampel atau 10% dari jumlah sampel air Boiler memiliki kandungan pH melebihi standar yang digunakan dengan nilai efektivitas sebesar 56,94%.

F. Hasil Pengukuran TDS (Total Dissolved Solids)

Tabel 6. Hasil Analisis TDS Pada Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment		Internal Treatment		
		TDS Raw Water	TDS Sand Filter	TDS Softener	TDS Feed Tank	TDS Boiler
1	01/08/23	7	69	95	63	2217
2	02/08/23	5	55	50	52	1561
3	03/08/23	4	53	67	50	1554
4	04/08/23	6	53	53	53	1641
5	05/08/23	6	57	55	58	1628
6	08/08/23	5	53	52	62	1835
7	09/08/23	4	50	52	51	1547
8	10/08/23	8	50	52	55	1575
9	11/08/23	5	48	51	52	739
10	12/08/23	6	51	52	55	1869
11	14/08/23	8	52	57	54	896
12	15/08/23	6	52	54	55	1300
13	16/08/23	6	54	55	54	1433
14	19/08/23	7	54	52	55	1317
15	21/08/23	6	50	51	52	892
16	22/08/23	4	50	51	52	1788
17	23/08/23	5	51	54	50	1569
18	24/08/23	5	52	53	53	1474
19	25/08/23	7	54	56	58	1956
20	26/08/23	8	60	61	64	2298
21	28/08/23	8	60	63	57	1083
22	29/08/23	8	53	54	58	1303
23	30/08/23	8	62	68	68	1049
24	31/08/23	9	54	50	50	1000
25	01/09/23	7	52	50	50	1588
26	02/09/23	7	49	50	53	1480
27	04/09/23	7	54	58	54	980
28	05/09/23	7	56	60	58	1407
29	06/09/23	9	47	60	50	1201
30	07/09/23	9	53	51	63	1460
31	08/09/23	5	42	43	42	1328
32	09/09/23	4	43	44	48	1460
33	11/09/23	5	48	50	56	1328
34	12/09/23	6	58	68	62	1594
35	13/09/23	10	49	52	60	1983
36	14/09/23	9	58	62	63	1326
37	15/09/23	5	49	52	52	1681
38	16/09/23	10	52	62	55	1507
39	18/09/23	9	58	60	58	1024
40	19/09/23	11	52	56	62	1701
Standar TDS Air		-	-	-	-	Max 2.035 ppm
Rata-rata TDS Air		6.8	52.9	55.9	55.4	1464.3
Nilai Min TDS Air		4	42	43	42	739
Nilai Max TDS Air		11	69	95	68	2298



Gambar 3. Grafik Hasil TDS Air Boiler

Dari hasil pengukuran pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa rata-rata TDS pada sampel air Boiler sebesar 1.464,3 ppm dengan nilai TDS tertinggi sebesar 2.298 ppm pada tanggal 26 Agustus 2023 dan 2217 ppm pada tanggal 01 Agustus 2023 atau 5% dari 40 sampel memiliki nilai diatas standar dengan nilai efektivitas peningkatan TDS sebesar 2.543%. Perlu dilakukan penanganan dalam mengendalikan TDS air Boiler karena jika tidak maka akan menyebabkan terbentuknya endapan akibat akumulasi TDS dan dapat berpengaruh terhadap peningkatan suhu air Boiler (*Overheating*) sehingga menurunkan kualitas steam. Untuk menghindari hal tersebut perlu dilakukan pengecekan secara berkala pada air umpan Boiler dan melakukan *Blowdown* secara teratur untuk menghilangkan TDS didalam Boiler (Tarigan et al., 2023).

G. Hasil Pengukuran Kesadahan (*Hardness*)

Tabel 7. Hasil Analisis Hardness Pada Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment	Internal Treatment
		Hard Raw Water	Hard Softener
1	01/08/23	2	TRC
2	02/08/23	2	TRC
3	03/08/23	2	TRC
4	04/08/23	2	TRC
5	05/08/23	2	TRC
6	08/08/23	2	TRC
7	09/08/23	2	TRC
8	10/08/23	2	TRC
9	11/08/23	2	TRC
10	12/08/23	2	TRC
11	14/08/23	2	TRC
12	15/08/23	4	TRC
13	16/08/23	4	TRC
14	19/08/23	2	TRC
15	21/08/23	2	TRC
16	22/08/23	2	TRC
17	23/08/23	2	TRC
18	24/08/23	2	TRC
19	25/08/23	2	TRC
20	26/08/23	2	TRC
21	28/08/23	2	TRC
22	29/08/23	4	TRC
23	30/08/23	2	TRC
24	31/08/23	2	TRC
25	01/09/23	2	TRC

26	02/09/23	4	TRC
27	04/09/23	2	TRC
28	05/09/23	2	TRC
29	06/09/23	2	TRC
30	07/09/23	2	TRC
31	08/09/23	2	TRC
32	09/09/23	3	TRC
33	11/09/23	8	TRC
34	12/09/23	4	TRC
35	13/09/23	5	TRC
36	14/09/23	4	TRC
37	15/09/23	4	TRC
38	16/09/23	5	TRC
39	18/09/23	2	TRC
40	19/09/23	3	TRC
Standar Hardness Sampel Air		-	Limit max 2 ppm
Rata-rata Hardness Sampel Air		2.7	TRC
Nilai Min Hardness Sampel Air		2	TRC
Nilai Max Hardness Sampel Air		8	TRC

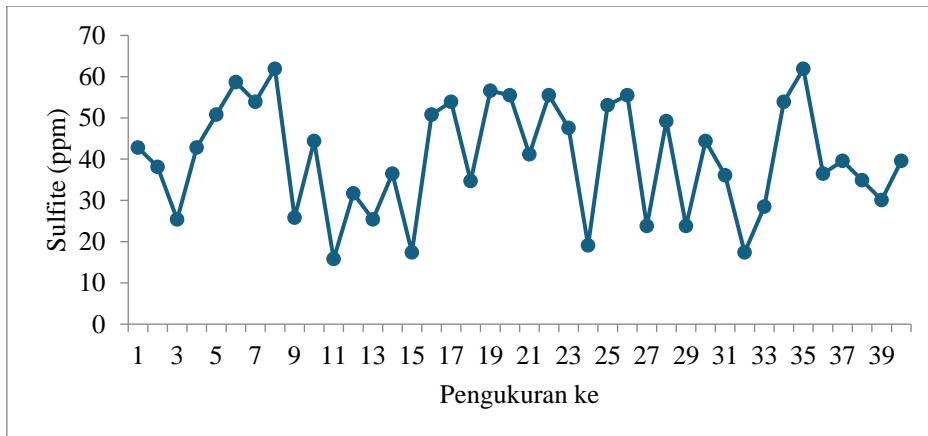
Dari hasil pengukuran pada Tabel 7 dapat diketahui bahwa rata-rata kandungan *Hardness* pada sampel *Raw Water* adalah 2,7 ppm dengan nilai *Hardness* tertinggi sebesar 8 ppm pada tanggal 11 September 2023 atau 2,5% dari jumlah keseluruhan *Hardness* sampel air Boiler. Untuk kandungan *Hardness* pada sampel *Softener* harus *Trace* atau dibawah 2 ppm hal ini dikarenakan jika air *Softener* tidak *Trace* maka air *Feed Tank* dan Boiler juga tidak *Trace* yang dapat menyebabkan pembentukan kerak, korosi dan penurunan efisiensi pada Boiler dan dari hasil perhitungan diketahui bahwa nilai efektivitas *Softener* dalam menurunkan *Hardness* sebesar 62,96%. Untuk menjaga air *Feed Tank* tetap dalam keadaan *Trace* maka diperlukan beberapa perlakuan yaitu seperti melakukan regenerasi dan *blowdown* pada air *Softener* secara teratur untuk menghilangkan kotoran atau endapan pada air, melakukan monitoring, pengujian dan mengontrol kapan waktu *Softener* harus di regenerasi (Muhriyah Fatimura, 2016).

H. Hasil Pengukuran Sulfite Boiler

Tabel 8. Hasil Analisis Sulfite Boiler

No	Tanggal	Sulfite Boiler
1	01/08/23	42.8
2	02/08/23	38.1
3	03/08/23	25.4
4	04/08/23	42.8
5	05/08/23	50.8
6	08/08/23	58.7
7	09/08/23	53.9
8	10/08/23	61.9
9	11/08/23	25.8
10	12/08/23	44.4
11	14/08/23	15.8
12	15/08/23	31.7
13	16/08/23	25.4
14	19/08/23	36.5
15	21/08/23	17.4
16	22/08/23	50.8
17	23/08/23	53.9
18	24/08/23	34.7

19	25/08/23	56.6
20	26/08/23	55.5
21	28/08/23	41.2
22	29/08/23	55.5
23	30/08/23	47.6
24	31/08/23	19.1
25	01/09/23	53.1
26	02/09/23	55.5
27	04/09/23	23.8
28	05/09/23	49.2
29	06/09/23	23.8
30	07/09/23	44.4
31	08/09/23	36.1
32	09/09/23	17.4
33	11/09/23	28.5
34	12/09/23	53.9
35	13/09/23	61.9
36	14/09/23	36.5
37	15/09/23	39.6
38	16/09/23	34.9
39	18/09/23	30.1
40	19/09/23	39.6
Standar Sulfit Air Boiler		Limit kontrol 30-50 ppm
Rata-rata Sulfit Air Boiler		40.4
Nilai Min Sulfit Air Boiler		15.8
Nilai Max Sulfit Air Boiler		61.9



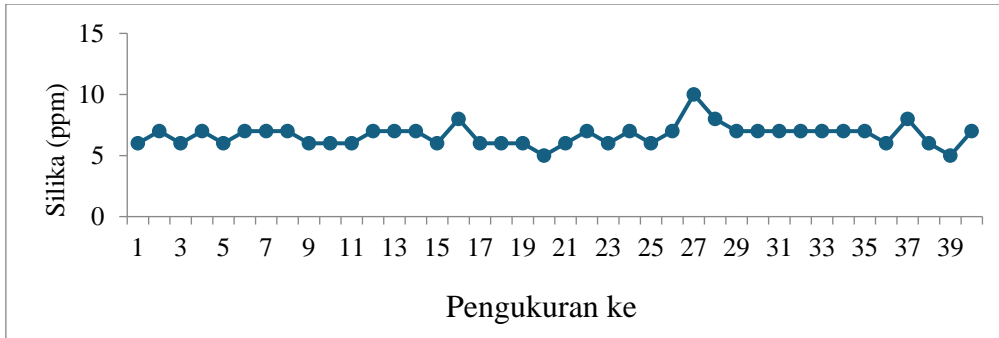
Gambar 4. Grafik Hasil Sulfit Sampel Air Boiler

Berdasarkan pada hasil pengukuran *Sulfite* air Boiler pada Tabel 8. dapat diketahui bahwa rata-rata *Sulfite* sampel air Boiler sebesar 40,4 ppm dengan nilai *Sulfite* terendah yaitu 15,8 ppm (Standar 30-50 ppm) pada tanggal 14 Agustus 2023, dari hasil pengukuran diketahui 10 dari 40 sampel air atau 25% dari jumlah sampel air Boiler memiliki *Sulfite* dibawah standar. Sedangkan nilai *Sulfite* tertinggi sebesar 61,9 ppm (Standar 30-50 ppm) pada tanggal 10 Agustus 2023, dan 11 dari 40 sampel atau 27,5% dari jumlah sampel air Boiler memiliki *Sulfite* diatas standar.

I. Hasil Pengukuran Silika Feed Tank dan Boiler

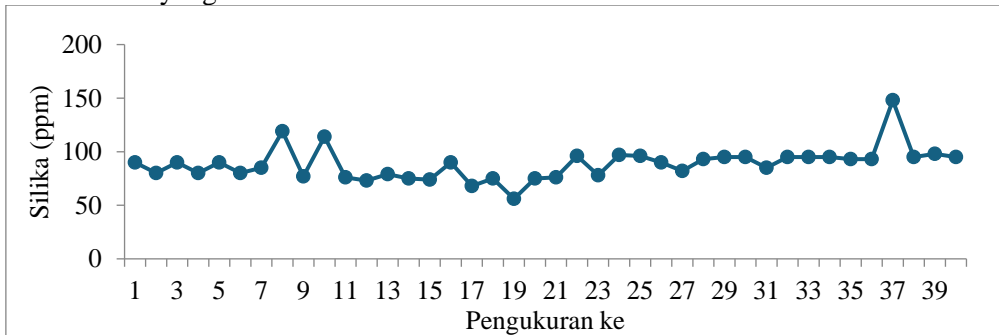
Tabel 9. Hasil Analisis Kandungan Silika Pada Sampel Air

No	Tanggal	Internal Treatment			
		Silika Feed Tank	Suhu (C°)	Silika Boiler	Suhu (C°)
1	01/08/23	6	88	90	110
2	02/08/23	7	86	80	110
3	03/08/23	6	90	90	110
4	04/08/23	7	85	80	108
5	05/08/23	6	90	90	110
6	08/08/23	7	88	80	110
7	09/08/23	7	84	85	110
8	10/08/23	7	92	119	112
9	11/08/23	6	90	77	110
10	12/08/23	6	90	114	110
11	14/08/23	6	90	76	112
12	15/08/23	7	90	73	110
13	16/08/23	7	90	79	110
14	19/08/23	7	88	75	110
15	21/08/23	6	94	74	110
16	22/08/23	8	90	90	110
17	23/08/23	6	86	68	110
18	24/08/23	6	90	75	110
19	25/08/23	6	90	56	110
20	26/08/23	5	86	75	110
21	28/08/23	6	92	76	112
22	29/08/23	7	88	96	110
23	30/08/23	6	88	78	110
24	31/08/23	7	86	97	108
25	01/09/23	6	86	96	110
26	02/09/23	7	88	90	108
27	04/09/23	10	86	82	112
28	05/09/23	8	86	93	110
29	06/09/23	7	88	95	108
30	07/09/23	7	90	95	110
31	08/09/23	7	90	85	110
32	09/09/23	7	90	95	110
33	11/09/23	7	86	95	108
34	12/09/23	7	86	95	108
35	13/09/23	7	86	93	110
36	14/09/23	6	86	93	110
37	15/09/23	8	92	148	112
38	16/09/23	6	88	95	110
39	18/09/23	5	90	98	108
40	19/09/23	7	90	95	110
Standar Silica Air		Max 20 ppm	-	Max 90 ppm	-
Rata-rata Silica Air		6.7	-	88.4	-
Nilai Min Silica Air		5	-	56	-
Nilai Max Silica Air		10	-	148	-



Gambar 5. Grafik Hasil Silika Sampel Air Feed Tank

Dari hasil pengukuran pada Tabel 9 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa standar maksimal Silika *Feed Tank* adalah 20 ppm sedangkan untuk rata-rata kandungan Silica pada sampel air *Feed Tank* sebesar 6,7 ppm dan nilai tertinggi sebesar 10 ppm pada tanggal 04 September 2023, sehingga air pada *Feed Tank* aman untuk digunakan karena kandungan Silika masih berada dibawah standar maksimal. Namun dari pengukuran Tabel 10 juga dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan yang signifikan kandungan Silika pada *Feed Tank* menuju ke Boiler. hal ini disebabkan oleh adanya proses pemanasan dan suhu yang berbeda diantara kedua alat tersebut.



Gambar 6. Grafik Hasil Silika Sampel Air Boiler

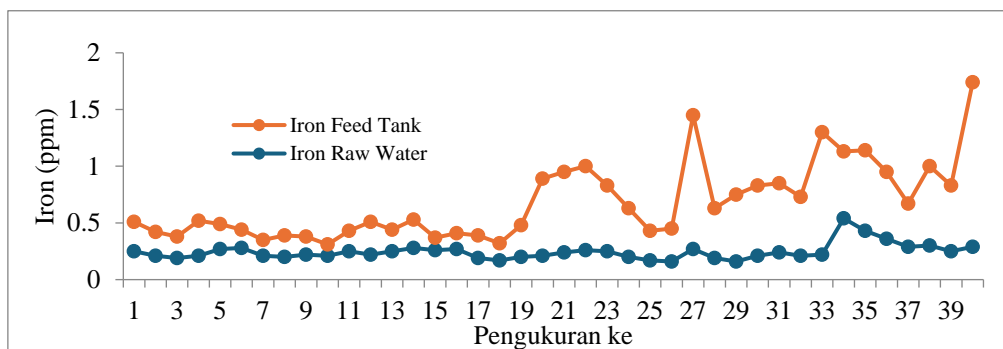
Sedangkan standar limit maksimal Silika Boiler adalah 90 ppm dan untuk rata-rata Silikanya 88,4 ppm dan nilai tertinggi sebesar 148 ppm pada tanggal 15 September 2023, dari hasil pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa 17 dari 40 sampel atau setara 42,5% dari jumlah sampel air Boiler memiliki Silika diatas standar dan dengan nilai efektivitas peningkatan Silika Boiler sebesar 1.219%.

J. Hasil Pengukuran Iron

Tabel 10. Hasil Analisis Iron Pada Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment	Internal Treatment	
		Iron Raw Water	Iron Feed Tank	Iron Boiler
1	01/08/23	0.25	0.26	0.25
2	02/08/23	0.21	0.21	0.2
3	03/08/23	0.19	0.19	0.16
4	04/08/23	0.21	0.31	0.29
5	05/08/23	0.27	0.22	0.21
6	08/08/23	0.28	0.16	0.15
7	09/08/23	0.21	0.14	0.15
8	10/08/23	0.2	0.19	0.28
9	11/08/23	0.22	0.16	0.17
10	12/08/23	0.21	0.1	0.15
11	14/08/23	0.25	0.18	0.21
12	15/08/23	0.22	0.29	0.31
13	16/08/23	0.25	0.19	0.18
14	19/08/23	0.28	0.25	0.27

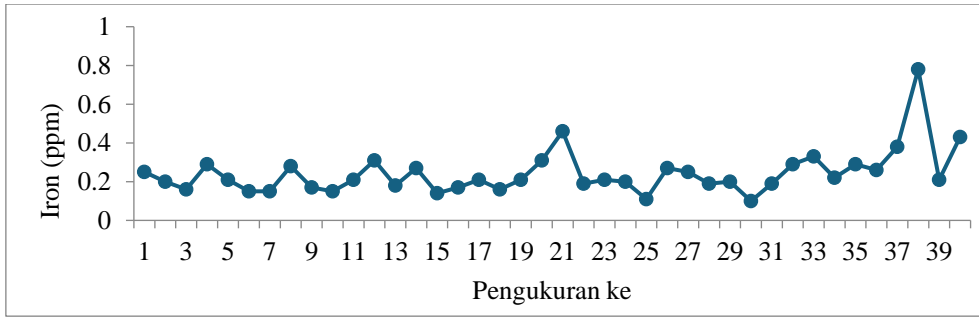
15	21/08/23	0.26	0.11	0.14
16	22/08/23	0.27	0.14	0.17
17	23/08/23	0.19	0.2	0.21
18	24/08/23	0.17	0.15	0.16
19	25/08/23	0.2	0.28	0.21
20	26/08/23	0.21	0.68	0.31
21	28/08/23	0.24	0.71	0.46
22	29/08/23	0.26	0.74	0.19
23	30/08/23	0.25	0.58	0.21
24	31/08/23	0.2	0.43	0.2
25	01/09/23	0.17	0.26	0.11
26	02/09/23	0.16	0.29	0.27
27	04/09/23	0.27	1.18	0.25
28	05/09/23	0.19	0.44	0.19
29	06/09/23	0.16	0.59	0.2
30	07/09/23	0.21	0.62	0.1
31	08/09/23	0.24	0.61	0.19
32	09/09/23	0.21	0.52	0.29
33	11/09/23	0.22	1.08	0.33
34	12/09/23	0.54	0.59	0.22
35	13/09/23	0.43	0.71	0.29
36	14/09/23	0.36	0.59	0.26
37	15/09/23	0.29	0.38	0.38
38	16/09/23	0.3	0.7	0.78
39	18/09/23	0.25	0.58	0.21
40	19/09/23	0.29	1.45	0.43
Standar Iron Sampel Air		Max 0.30 ppm	Max 0.30 ppm	Max 2 ppm
Rata-rata Iron Sampel Air		0.24	0.44	0.24
Nilai Min Iron Sampel Air		0.16	0.1	0.1
Nilai Max Iron Sampel Air		0.54	1.45	0.78



Gambar 7. Grafik Hasil Iron Sampel Air Raw Water dan Feed Tank

Dari hasil pengukuran pada Tabel 10 dan Gambar 7 dapat diketahui bahwa standar maksimal Iron pada sampel *Raw Water* dan *Feed Tank* adalah 0,30 ppm dan dari hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa rata-rata Iron sampel *Raw Water* sebesar 0,24 ppm dengan nilai tertinggi kandungan Iron yaitu 0,54 ppm pada tanggal 12 September 2023 dan 0,43 ppm pada tanggal 13 September 2023, atau 5% dari jumlah sampel air *Raw Water* memiliki Iron diatas standar maksimal.

Sedangkan untuk hasil pengukuran Iron pada sampel air *Feed Tank* dapat diketahui bahwa rata-rata kandungan Ironnya sebesar 0,44 ppm dengan nilai Iron tertinggi yaitu 1,45 ppm pada tanggal 19 September 2023, dari hasil pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa 20 dari 40 sampel air atau setara dengan 50% dari jumlah sampel air *Feed Tank* memiliki Iron diatas standar maksimal dan dengan nilai efektivitas *Feed Tank* sebesar 83,33%.



Gambar 8. Grafik Hasil Iron Sampel Air Boiler

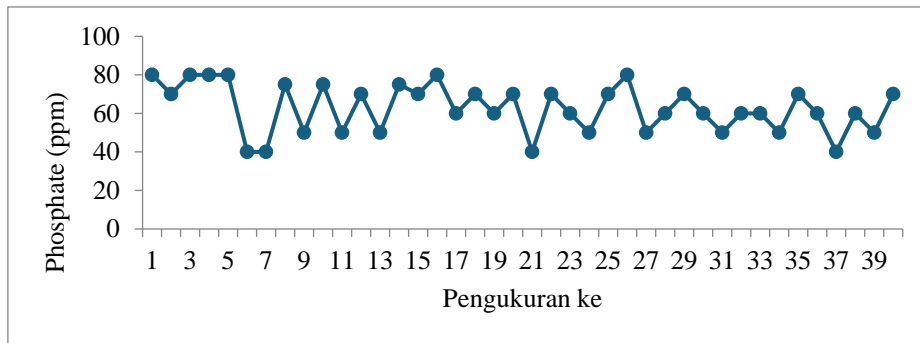
Menjaga kandungan Iron pada air agar tetap berada dalam standar sangat penting untuk dilakukan karena dapat mempengaruhi kinerja dan keamanan Boiler. Dari hasil pengukuran diatas diketahui bahwa rata-rata kandungan Iron pada sampel air Boiler sebesar 0,24 ppm dengan nilai Iron tertinggi yaitu 0,78 ppm dan untuk standar maksimalnya adalah 2 ppm sehingga kandungan Iron pada air Boiler masih berada didalam batas aman dengan nilai efektivitas Boiler sebesar 54,54%.

K. Hasil Pengukuran Phosphate

Tabel 11. Hasil Analisis Phosphate Pada Air Boiler

No	Tanggal	Phosphate Boiler
1	01/08/23	80
2	02/08/23	70
3	03/08/23	80
4	04/08/23	80
5	05/08/23	80
6	08/08/23	40
7	09/08/23	40
8	10/08/23	75
9	11/08/23	50
10	12/08/23	75
11	14/08/23	50
12	15/08/23	70
13	16/08/23	50
14	19/08/23	75
15	21/08/23	70
16	22/08/23	80
17	23/08/23	60
18	24/08/23	70
19	25/08/23	60
20	26/08/23	70
21	28/08/23	40
22	29/08/23	70
23	30/08/23	60
24	31/08/23	50
25	01/09/23	70
26	02/09/23	80
27	04/09/23	50
28	05/09/23	60
29	06/09/23	70
30	07/09/23	60
31	08/09/23	50
32	09/09/23	60
33	11/09/23	60

34	12/09/23	50
35	13/09/23	70
36	14/09/23	60
37	15/09/23	40
38	16/09/23	60
39	18/09/23	50
40	19/09/23	70
Standar Phosphate Sampel Air Boiler		Limit kontrol 30 -70 ppm
Rata-rata Phosphate Sampel Air Boiler		62.6
Nilai Min Phosphate Sampel Air Boiler		40
Nilai Max Phosphate Sampel Air Boiler		80



Gambar 9. Grafik Hasil Phosphate Sampel Air Boiler

Berdasarkan pada hasil pengukuran pada Tabel 11 dan Gambar 9 dapat diketahui bahwa rata-rata kandungan *Phosphate* air Boiler sebesar 62,6 ppm dengan nilai *Phosphate* tertinggi sebesar 80 ppm, dari hasil pengukuran yang dilakukan terdapat 9 dari 40 sampel air atau setara dengan 22,5% dari jumlah sampel air Boiler memiliki *Phosphate* diatas standar maksimal yaitu berkisar antara 30-70 ppm. Kadar *Phosphate* yang tinggi dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti penggunaan bahan chemical N-3273 (*Phosphate*) yang kurang tepat, adanya reaksi antara ion Magnesium tinggi dengan *Phosphate* yang menyebabkan terbentuknya *Magnesium Phosphate* yang sulit terlarut sehingga terjadi penumpukan, perubahan kondisi oprasional seperti suhu yang tidak stabil saat proses pemanasan dan juga kurangnya proses *blowdown* sehingga memicu terjadinya proses pengendapan (Ramadhan Lubis, 2024).

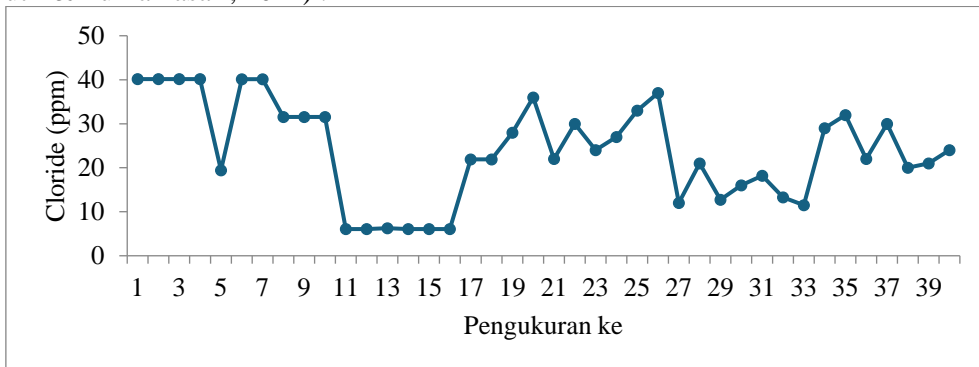
L. Hasil Pengukuran Cloride

Tabel 12. Hasil Analisis Kandungan Cloride Pada Sampel Air

No	Tanggal	Eksternal Treatment		Internal Treatment
		Cloride Raw Water	Cloride Sand Filter	Cloride Boiler
1	01/08/23	4.88	2	40.15
2	02/08/23	4.88	2	40.15
3	03/08/23	4.88	2	40.15
4	04/08/23	4.88	2	40.15
5	05/08/23	4.88	3	19.42
6	08/08/23	4.78	2	40.12
7	09/08/23	4.78	2	40.12
8	10/08/23	5.7	3	31.56
9	11/08/23	5.7	3	31.56
10	12/08/23	5.7	3	31.56
11	14/08/23	1.21	0	6.07
12	15/08/23	1.21	0	6.07
13	16/08/23	1.21	0	6.27
14	19/08/23	1.21	0	6.07

15	21/08/23	1.21	0	6.07
16	22/08/23	1.21	0	6.07
17	23/08/23	1.21	0	21.9
18	24/08/23	1.21	0	21.9
19	25/08/23	1.21	0	28
20	26/08/23	1.21	0	36
21	28/08/23	1.21	0	22
22	29/08/23	1.21	0	30
23	30/08/23	1.21	0	24
24	31/08/23	0	0	27
25	01/09/23	0	0	33
26	02/09/23	9.15	3	37
27	04/09/23	0	0	12
28	05/09/23	5	5	21
29	06/09/23	1.21	0	12.74
30	07/09/23	0	0	16
31	08/09/23	1.21	0	18.2
32	09/09/23	0	0	13.3
33	11/09/23	1.21	0	11.5
34	12/09/23	0	0	29
35	13/09/23	0	0	32
36	14/09/23	0	0	22
37	15/09/23	1.21	0	30
38	16/09/23	0	0	20
39	18/09/23	1.21	0	21
40	19/09/23	1.21	0	24
Standar Cloride Air		-	-	Max 300
Rata-rata Cloride Air		2.21	0.80	23.88
Nilai Min Cloride Air		0	0	6.07
Nilai Max Cloride Air		9.15	5	40.15

Berdasarkan hasil pengukuran pada sampel air *Eksternal Water Treatment* diatas dapat diketahui bahwa rata-rata Cloride pada sampel *Raw Water* adalah 2,21 ppm dengan nilai tertinggi yaitu 9,15 ppm sedangkan untuk rata-rata kandungan Cloride pada sampel air *Sand Filter* adalah 0,80 ppm dengan nilai tertinggi yaitu 5 ppm. Kandungan Cloride pada *Raw Water* bisa memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan *Sand Filter* hal disebabkan karena secara alami *Raw Water* berasal dari sungai atau air tanah sehingga mengandung Cloride yang lebih tinggi. Kandungan Cloride pada *Sand Filter* bisa lebih rendah hal ini disebabkan karena air sudah melalui proses pengolahan dengan menambahkan bahan kimia koagulan dan foagulan pada *Clarifier Tank* dan kemudian telah melalui proses penyaringan pada *Sand Filter* sehingga mengakibatkan kandungan Cloride berkurang atau hilang (Putri & Purnamasari, 2022) .



Gambar 10. Grafik Hasil Pengukuran Cloride Boiler

Berdasarkan pada hasil perhitungan kandungan Chloride Boiler diatas dapat diketahui bahwa rata-rata Chloride pada sampel air Boiler adalah 23,88 ppm dengan nilai tertinggi yaitu 40,15 ppm dimana untuk standar maksimal kontrol kandungan Chloride Boiler yaitu sebesar 300 ppm sehingga masih berada dalam batas aman dan dengan nilai efektivitasnya sebesar 2.885%.

KESIMPULAN

Kualitas pada air Boiler menunjukkan hasil yang memenuhi standar dengan rerata Turbidity 1.3 NTU, M-Alkalinity 346.5, pH 11.3, TDS 1.464.3 ppm, Hardness Trace atau < 1 ppm, Sulfite 40.4 ppm, Silica 88.4 ppm, Iron 0.24 ppm, Phosphate 62.6 ppm, dan Chloride 23.88 ppm. Analisis efektifitas kerja Water Treatment Plant terhadap kualitas air Boiler menunjukkan nilai efektifitas pada parameter Turbidity sebesar 90.64%, M-Alkalinity 3.264%, pH 56,94%, TDS 2.543%, Hardness 62,96%, Silika 1.219%, Iron 54,54%, dan Chloride Boiler 2.885%. Parameter kualitas air Boiler yang tidak memenuhi standar adalah Sulfite, Silica dan Phosphate.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, E. W., Hasanah, I., Sitorus, A. M., & Hidayati, N. F. (2024). Sistem Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air (Turbidity) dengan Metode Spektrofotometri. *Journal of Electronics and Instrumentation*, 1(2), 46–53.
- Eni Maryani, Ali Masduqi, & Atiek Moesriati. (2014). Pengaruh Ketebalan Media dan Rate filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 1–6.
- Fatimura, Muhriansyah. (2015). Tinjauan Teoritis Permasalahan Boiler Feed Water pada Pengoperasian Boiler yang Dipergunakan dalam Industri. *Jurnal Media Teknik*, 12(1), 24–32.
- Fatimura, Muhrinsyah. (2016). Study Analisa Kualitas Air Boiler Menggunakan Standar American Society of Mechanical Engineers (ASME). *Redoks*, 1(1), 1–14.
- Fernanda, A. F. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor Turbidity Metode Nephelometri Berbasis Raspberry PI 3. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 8(1), 23–29. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v8i1.3070>.
- Fikri, M. (2021). Penggunaan Teknologi Clarifier Tank pada Pengolahan Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 803–810.
- Irawan, A., Heranurweni, S., & Nurhayati, T. (2019). Simulasi Ph Air Untuk Air Boiler Dan Air Chiller Pada Mesin Produksi Refrigerator Dengan Menggunakan Logika Fuzzy. *Elektrika*, 11(1), 26. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v11i1.1541>.
- Iyabu, H., Muhammad, A., Kilo, J. La, & Kilo, A. La. (2020). Besi dalam Air Sumur: Studi Kasus di Kelurahan Dulalowo dan Heledulaa. *Jamb.J.Chem*, 02(2), 46–52. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjc/article/view/6990>.
- Karismarani, A. (2021). PENENTUAN NILAI pH AIR UMPAN BOILER DENGAN PENAMBAHAN FOSFAT PADA UNIT 1 PT . REKIND DAYA. *Teknik Kimia*.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2018). Melaksanakan Analisis Titrimetri Konvensional Mengikuti Prodesur. *Modul Diklat Berbasis Kompetensi*, 55. <http://repositori.kemdikbud.go.id/17506/1/>
- Kementerian PUPR. (2017). Modul Operasi Waduk Pelatihan Alokasi Air. *Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Konstruksi*, 67.
- Khoiriah, N., & Mutholib, A. (2021). GAMBARAN KADAR BESI (Fe) PADA AIR PERUMAHAN INDUSTRI DI BATURAJA KABUPATEN OGAN KOMERING ULU. *Journal of Medical Laboratory and Science*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.36086/medlabscience.v1i1>.
- Klistafani, Y., Arsal, R., & Rahmawati, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Pengolahan Air Umpan Boiler Untuk Pengembangan Praktikum Sistem Pembangkit II. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 19(1), 136–145. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v19i2.3026>.
- Kurniawan, R., Purnaini, R., & Utomo, K. P. (2023). Pengaruh Kekeruhan Dan Dosis Koagulan Terhadap Waktu Pencucian Filter (Backwash) Unit Filtrasi IPA V Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 026. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i1.57191>.

- Laila, L., Studi, P., Pengolahan, T., Vokasi, F., Studi, P., Pengolahan, T., & Vokasi, F. (2017). *PERANCANGAN TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) MONITORING AIR*.
- Lexia, N., & Ngibad, K. (2021). Aplikasi Spektrofotometri Terhadap Penentuan Kadar Besi Secara Kuantitatif dalam Sampel Air. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(2), 242–246. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.1908>.
- Mukhlisin.Ahmad. (2020). *Analisis Pengolahan Air Terproduksi Pada Water Treatment Plant Dengan Menggunakan Media Filtrasi Pasir Silika, Walnut Dan Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa*. 62.
- Mukromin, A., & Wibowo, Y. M. (2023). Penentuan kadar ion klorida (Cl-) pada sampel air sumur gali di Kecamatan Kaliwungu, Kendal menggunakan metode argentometri Mohr. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 4(1), 17–22.
- Nadya Nabila Alisyia, Muhammad Khidri Alwi, & Fairus Prihatin Idris. (2021). Studi Kadar Kesadahan Total Air Minum dalam Kemasan (AMDK) Merek Lokal di Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(4), 570–580. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i4.213>.
- No.68 Tahun 2016, P. L. (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia*, 1–13. <https://p3ekalimantan.menlhk.go.id/2016/09/30/permen-lhk-nomor-p-68-menlhk-setjen-kum-1-8-2016/>
- Noviana, D., & Octasari, D. (2022). *UJI PENGARUH KANDUNGAN FOSFAT TERHADAP PH AIR UMPAN BOILER DAN UJI PERBANDINGAN PENGUKURAN KANDUNGAN MERKURI PADA SAMPEL NAPHTHA (202-S-001) DAN KONDENSAT MENGGUNAKAN NIC SP3D DAN NIC PE-1000 DI PT TPPID* Disusun. 2031910016, 1–87.
- Nurullita, U., Astuti, R., & Arifin, M. Z. (2014). Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif sebagai Media Filter terdapat Persentase Penurunan Kesadahan CaCO Air Sumur Artetis. *Journal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 6(1), 48–56. <http://jurnal.unimus.ac.id48>
- Pasra, N., & Hakim, F. (2015). Pengoperasian Water Treatment Plant di PT PJB Unit Pembangkitan Paiton. *Jurnal Energi Dan Kelistrikan*, 7(1), 41–48.
- Pib, L. B. (2019). *138130006 - Palmanipa Jaluhu - Fulltext*.
- Pratomo, R. A. (2018). *Analisis Penurunan Performa Pada Boiler Feed Pump Sebagai Langkah Reactive Maintenance Di Pt Pjb Up Gresik*. 85. <https://repository.its.ac.id/59536/>
- Putri, hani dwi vani, & Purnamasari, P. amalia. (2022). Penetapan Kadar Klorida Dalam Air Danau Universitas Negeri Surabaya Secara Argentometri. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 5(1), 33–37.
- Rahman, M., Akbar, A. A., & Anwar, M. S. (2022). Evaluasi Efektivitas Pengolahan Air Limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Klinik Kecantikan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 841–849. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.841-849>
- Ramadhan Lubis, F. (2024). *Optimasi Injeksi Trisodium Phosphate Pada Air Suplai Boiler Di Unit 4 PLTU Nagan Raya Menggunakan Design Expert Metode Pendekatan Response Surface Bok-Behnken*. 2(2), 4–7.
- Ramadhan, M. H., & Andika, J. (2024). Desain Sistem Kontrol Level Deaerator Menggunakan Kontrol Cascade dan Logika Fuzzy di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Muara Karang. *Jurnal Teknologi Elektro*, 15(1), 78. <https://doi.org/10.22441/jte.2024.v15i1.012>.
- Reforma, B., Ma'arif, A., & Sunardi, S. (2022). Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(2), 66. <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i2.002>
- Retno Gunarti, M., Purnama, H., Arli, B., Wahyu Prismadana, E., Nandli, M. Z., Aditya M, M. R., & Kholis, M. (2022). Analisis Program Boiler Water Treatment Di Kapal. *Jurnal 7 Samudra*, 6(1). <https://doi.org/10.54992/7samudra.v6i1.80>.
- Rizki, M., Mondamina, N. W., & Rachmat, D. (n.d.). *Perancangan Monitoring System of Raw Water Tank Level Menggunakan Sensor HC SR 04 dan Float Switch di Sungai Magalau Mill*. 1–6.
- Rohma, 2018. (2018). Analisis Kesadahan Air Tanah Dangkal Dalam Kaitannya Dengan Kebutuhan Air Domestik Di Sekitar Bukit Kapur Sadeng Kecamatan Puger. *Swara Bhumi*, 5(9).
- Saputra, G., Supriyadi, S., & Dwiputra, G. A. (2016). Perancangan Identifikasi Bahaya Di Area Feed Water System Boiler Menggunakan Metode Hazop (Hazard and Operability Study). *Jurnal Intech*, 2(2), 49.

- Sinaga, A. (2019). Pengaruh Air Heater Terhadap Peningkatan Efisiensi Boiler Pada Unit 3 Pltu Pt . Pln (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan. *Teknik Mesin*, 1–78.
- Siti. (2021). *Uji Kualitas Air Boiler Pada Proses*.
- Supwatul Hakim, M., Hermayantiningsih, D., Riana Dewi, S., Ayu Andhita, N., & Jhonatan Krissilvio, E. (2023). Analysis of Acidity and Alkalinity Levels in Primary Drainage Canal IV Bukit Keminting, Palangka Raya, Central Kalimantan. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(1), 57–66.
- Tarigan, M. R., Supriyanto, G., & Hermantoro. (2023). Analisis Kualitas Air dan Pemakaian Air pada Water Tube Boiler di Pabrik Kelapa Sawit. *Agroforetech*, 1, 663–671. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/385%0Ahttps://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/download/385/374>.
- YULIANTINI. (2019). Analisa Kadar Klorida Dalam Air Sumur Dan PDAM di Desa Ngelom Sidoarjo Analysis of Chloride Levels in Well and PDAM Water. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 4(1), 1–6.
- Zamora, R., Harmadi, H., & Wildian, W. (2016). Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.31958/js.v7i1.120>.
- Zulius, A. (2017). Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom*, 2(1), 37–43.