

**ANALISA EFEKTIFITAS PROSES PENGOLAHAN AIR UMPAN  
BOILER DI PABRIK KELAPA SAWIT**

**SKRIPSI**



Disusun Oleh :

**Yosua Silitonga**

**18/19889/TP**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**INSTITUT PERTANIAN STIPER**

**YOGYAKARTA**

**2023**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **SKRIPSI**

## **ANALISA EFEKTIFITAS PROSES PENGOLAHAN AIR UMPAN BOILER DI PABRIK KELAPA SAWIT**

Skripsi ini Diajukan Kepada Kepala Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas  
Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta  
Untuk memenuhi salah satu Persyaratan Penelitian Guna Memproleh

Derajat S-1



Yogyakarta, 09 Juni 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Nuraeni Dwi Dharmawati, MP)

(Ir. Gani Supriyanto. MP. IPM)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

(Dr. Ir. Adi Ruswanto, MP. IPM)

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

## ANALISA EFEKTIFITAS PROSES PENGOLAHAN AIR UMPAN BOILER DI PABRIK KELAPA SAWIT

Skripsi ini Diajukan Kepada Kepala Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas  
Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta  
Untuk memenuhi salah satu Persyaratan Penelitian Guna Memproleh



Yogyakarta, 09 Juni 2023

Pembimbing I

(Ir. Nuraeni Dwi Dharmawati, MP)

Pembimbing II

(Ir. Gani Supriyanto. MP. IPM)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



(Dr. Ark Anji Ruswanto, MP. IPM)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan YME yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Analisa Efektifitas Proses Pengolahan Air Umpan Boiler di Pabrik Kelapa Sawit”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini dapat selesai atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan melalui doa serta kasih sayang yang tiada henti.
2. Ibu Ir. Nuraeni Dwi Dharmawati, MP sebagai dosen pembimbing dan Bapak Ir. Gani Supriyanto, MP. IPM sebagai dosen penguji.
3. Teman-Teman satu Perjuangan kelas STIK-B 2018
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan kemajuan analisa efektifitas air umpan boiler pada Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia. Kritik dan Saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan demi perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.

Yogyakarta, Mei 2023

Penulis

## ABSTRAK

Penggunaan boiler pada industry atau pabrik kimia sebagai peralatan penghasil steam yang biasa digunakan sebagai fluida penukar panas ,pembangkit turbin, atau sebagai bahan reaktan. Untuk menghindari terbentuknya kerak dan korosi pada pipa yang akan menurunkan efesiensi boiler, maka diperlukan perawatan yang khusus pada air boiler yaitu berupa SiO<sub>2</sub> (ppm), pH, TDS (ppm), T.H, TBDY (NTU), Alkalinity (ppm), Suhu (°C).

Penelitian ini dilakukan selama 28 hari dimulai pada tanggal 7 juni – 7 oktober 2021. Metode analisis dilakukan dengan pH meter, titrasi, TDS, Hardness, Turbidity, Alkalinity, Suhu.

Hasil yang didapat pada Jenis pengolahan pada *water intake* menunjukkan hasil uji parameter SiO<sub>2</sub> sebesar 13,3 ppm, pH 6,98, TDS 214 ppm, TH sebesar 59. Tidak dilakukan uji alkalinity dan suhu pada *water intake*. Jenis pengolahan air *sand filter* pada parameter pH sebesar 7,11, TDS 226, TBDY 0 NTU. Jenis air *sand filter* tidak melakukan uji SiO<sub>2</sub>, alkalinity, dan suhu. Jenis pengolahan air feed tank pada parameter pH sebesar 7,31, TDS sebesar 12,9, TH 0,1. Jenis air sand filter tidak melakukan uji yang sama dengan parameter sand filter. Jenis pengolahan air boiler didapat hasil pengukuran parameter SiO<sub>2</sub> sebesar 37,85, pH 11,29, TDS 1433, TD 0, Alkalinity 1, 2, 3 sebesar 246 ppm, 301 ppm, dan 191 ppm. Air boiler tidak melakukan uji TBDY dan suhu. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada SiO<sub>2</sub> (ppm), pH, TDS (ppm), T.H, TBDY (NTU), Alkalinity (ppm), Suhu (OC) dapat diambil kesimpulan bahwa analisis pada air boiler yang digunakan di *Pabrik Kelapa Sawits* sudah memenuhi persyaratan air yang ditetapkan.

**Kata kunci:** boiler, kualitas air boiler, water treatment.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Air .....	5
2.2 Sifat Umum Air .....	6
2.3 Sumber Air .....	7
2.4 Air Boiler .....	8
2.4.1 Masalah Pada Boiler.....	9
2.4.2 Perawatan Air Boiler .....	10
2.5 Parameter Air Pengisi Boiler.....	11
2.5.1 PH .....	11
2.5.2 Total Dissolved Solid (TDS) .....	13
2.5.3 Alkalinitas .....	14
2.5.4 Hardness .....	15

2.6 Proses Pengolahan Air.....	16
2.6.1 Eksternal Treatment.....	16
2.6.2 Internal Treatment .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Tempat Penelitian .....	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.2.1 Waktu Penelitian.....	20
3.2.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Tahapan Penelitian.....	21
3.4 Lokasi Pengambilan Sampel dan Paramter Yang Diamati .....	22
3.5 Cara Pengolahan Data.....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Deskripsi Perusahaan.....	29
4.2 Pengolahan Air .....	30
4.3 Analisis Data .....	35
4.3.1 Kualitas Raw Water .....	35
4.3.2 Pengolahan Air di Clarifier Tank .....	43
4.3.3 Sand Filter .....	51
4.3.4 Softener 1 dan Softener 2 .....	54
4.3.5 Feed Tank.....	58
4.3.6 Boiler .....	61
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
A. Kesimpulan.....	69
B. Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standar Kualitas Air .....	203
Tabel 2. Parameter pengamatan pada <i>raw water</i> .....	205
Tabel 3. Rerata kebutuhan bahan kimia perhari pada <i>Clarifier Tank</i> .....	44
Tabel 4. Periode analisis <i>Jar Test</i> .....	45
Tabel 5. Bahan kimia optimum <i>Jar Test</i> .....	47
Tabel 8. Kebutuhan bahan kimia pada eksternal treatment .....	48
Tabel 6. Aplikasi bahan kimia pada Clarifier Tank .....	50
Tabel 7. Parameter pengamatan sand filter.....	52
Tabel 9. Parameter pengamatan softener 1 dan softener 2 .....	54
Tabel 10. Parameter pengamatan softener dan efektifitas 1 dan 2.....	56
Tabel 11. Parameter pengamatan feed tank .....	58
Tabel 12. Parameter pengamatan pada boiler.....	62
Tabel 13. Kebutuhan bahan kimia pada internal treatment .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Eksternal Treatment .....	18
Gambar 2.2. Internal Treatment .....	19
Gambar 4.1. Peta Perbatasan Perusahaan Suryamas Cipta Perkasa II.....	28
Gambar 4.2. Flowchart Eksternal Treatment.....	29
Gambar 4.3. Tahapan pada Internal Treatment .....	31
Gambar 4.4. Clarifier Tank.....	31
Gambar 4.5. Pure Tank .....	32
Gambar 4.6. Feed Tank .....	33
Gambar 4.7. Grafik Turbidity dari Raw Water .....	40
Gambar 4.5. Grafik Kebutuhan bahan kimia eksternal .....	49
Gambar 4.6. Grafik Parameter pengamatan feed tank .....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam suatu proses produksi dalam industri, air merupakan zat yang sangat dibutuhkan termasuk pemanfaatannya untuk kebutuhan energi dan pemanasan, tak terkecuali pabrik kelapa sawit. Kebutuhan energi dan panas diindustri sebagian memanfaatkan steam yang dihasilkan oleh boiler. Boiler mendapatkan air yang diambil dari alam yang mengandung senyawa-senyawa kimia seperti garam-garam yang sifatnya dapat merusak bahan-bahan logam. Seperti kita ketahui bahwa air alam sangat jarang yang murni karena air dalam siklusnya telah terkontaminasi dengan bahan-bahan kimia yang ada dipermukaan bumi yang sifatnya sebagai polutan, sehingga sifat kimia air dapat berubah sehingga dibutuhkan adanya perlakuan khusus bagi raw water yang diambil dari alam

Menurut Ariyansah dkk (2020) WTP (*Water treatment Plant*) merupakan stasiun khusus yang digunakan untuk mengolah raw water yang berasal dari waduk. Kualitas air yang dihasilkan sangat tergantung bagaimana cara pengolahan dan jumlah chemical yang dibutuhkan dalam kg/jam, dan kinerja dari chemical juga dipengaruhi oleh desain dari Water Treatment Plant itu sendiri. Tahapan-tahapan dari proses pengolahannya adalah dari sungai, waduk (reservoir) untreated tank, clarifier tank, water basin, sand filter, treated water tank dan selanjutnya dikirim untuk domestik dan air untuk kebutuhan dalam pengoperasian Boiler. Boiler adalah suatu bejana tertutup dimana uap diproduksi secara langsung dengan menyerap kalor yang diberikan oleh bahan

bakar yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap air. Efisiensi boiler adalah perbandingan antara energi yang diserap oleh system (energi uap) terhadap energi yang diberikan pada system (energi bahan bakar).

Air yang menjadi air baku dalam kegiatan industri pada umumnya adalah air yang diambil dari air waduk yang merupakan air permukaan melalui proses water intake. Air yang berasal dari water intake ini tidak bisa langsung digunakan, melainkan harus melewati proses sand filter terlebih dahulu, setelah didapatkan standar yang diinginkan, kemudian air masuk ke tahapan selanjutnya yaitu, feed tank, softener I dan II sampai bisa digunakan untuk umpan boiler. Air umpan boiler adalah air yang digunakan untuk menghasilkan uap panas dalam kegiatan industri. Pada air umpan boiler, air yang digunakan harus memiliki kriteria tertentu, menurut Eonchemical (2021) standar aman pH air boiler adalah 9,5-11,5. Penentuan standar ini dimaksudkan untuk menghindari kegagalan dalam proses pengolahan air pada umpan boiler. Ketidaksesuaian standar air baku untuk air umpan boiler dapat menurunkan efektivitas air umpan boiler, berdasarkan hal inilah penulis melakukan penelitian tentang “Analisa Efektifitas Proses Pengolahan Air Umpan Boiler di PT. Surya Cipta Perkasa II”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengolahan *water intake* yang efektif untuk pembakaran pada air umpan boiler?

2. Apakah kualitas air memenuhi syarat sebagai sumber air baku untuk pembakaran pada air umpan boiler?
3. Apakah proses pengolahan air telah berhasil/efektif untuk menyiapkan air sesuai syarat kualitas air untuk pembakaran pada air umpan boiler?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengkaji parameter yang mempengaruhi efektivitas air umpan boiler.
2. Untuk menganalisis kualitas air baku (*Raw water*).
3. Untuk menghitung kebutuhan bahan kimia pada pengolahan air eksternal dan internal.
4. Untuk mengetahui kualitas air boiler yang dicapai.

### **1.4 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, batasan masalah yang dibutuhkan agar sumur pompa irigasi yang diteliti menjadi lebih fokus adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah Pabrik Kelapa Sawit PT. Suryamas Cipta Perkasa II.
2. Data yang diambil dari lokasi penelitian berupa data dari *intake water*, data keluaran *Sand filter*, data dari R.O I dan II, data dari *Feed tank*, data dari *Softener* I dan II, dan data air boiler.

3. Yang dimaksud efektivitas dalam pengolahan air umpan boiler adalah tercapainya efisiensi dalam operasional air umpan boiler, dan tidak menyebabkan masalah operasional.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada segenap pengguna air. Saat ini, masalah utama yang dihadapi oleh sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk domestik yang semakin menurun. Kegiatan industri, domestik dan kegiatan lain berdampak negative terhadap sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara seksama (Effendi, H. 2003).

Air dalam definisi ilmiah adalah senyawa hydrogen dan oksigen dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O. Berdasarkan sifat fisiknya terdapat dalam tiga macam bentuk air yaitu: air sebagai benda cair, air sebagai benda padat, dan air sebagai benda gas atau uap. Air berubah bentuk yang satu ke bentuk

lainnya tergantung pada waktu dan tempat serta temperaturnya (Dumairy dalam Winardi dkk, 2020).

Air merupakan salah satu dari ketiga komponen yang membentuk bumi (zat padat, air dan atmosfer). Bumi dilengkapi air sebanyak 70% sedangkan sisanya 30% berupa daratan (dilihat dari permukaan bumi). Udara mengandung zat cair (uap air) sebanyak 15% dari tekanan atmosfer (Gabriel. 1999)

## **2.2 Sifat Umum Air**

Baik air laut, air hujan, maupun air tanah/air tawar mengandung mineral. Macam-macam mineral yang terkandung dalam air tawar bervariasi tergantung struktur tanah dimana air itu diambil. Sebagai contoh mineral yang terkandung dalam air itu bukan melalui suatu reaksi kimia melainkan terlarut dalam dari suatu substansi misalnya dari batu andesit (dari batu vulkanis). Sifat yang lain yaitu konduktivitas listrik pada air paling sedikit 1000 kali lebih besar dari pada cairan non metalik pada suhu ruangan.

Menurut Rusmono dan Nasution (2021) Sebagaimana air yang juga merupakan molekul, maka air memiliki sifat fisik dan sifat kimia sebagaimana senyawa lainnya. Secara kimia, air merupakan senyawa yang tersusun dari satu buah atom oksigen dan dua buah atom hidrogen yang biasa ditulis sebagai H<sub>2</sub>O atau apabila dituliskan menurut aturan Lewis menjadi H-O-H. Satu molekul air tersusun oleh ikatan ionik dimana elektron dari atom H diberikan kepada atom O. Namun untuk membentuk senyawa air, antarmolekul air berinteraksi karena adanya ikatan hidrogen. Molekul air berada dalam fasa

padatnya pada suhu 0°C, berada pada fasa cairnya pada suhu 0-100°C, dan mendidih pada suhu diatas 100°C. Meskipun air mendidih pada suhu 100°C, namun air menguap pada suhu berapapun.

Air memiliki tegangan permukaan yang besar yang disebabkan oleh kuatnya sifat kohesi antar molekulmolekul air. Air adalah senyawa nomor dua dengan tegangan permukaan terbesar setelah merkuri. Satu molekul air memiliki massa molar sebesar 18,0153 g/mol. Adanya ikatan antara atom hidrogen dan oksigen menyebabkan elektron terpolarisasi, karena adanya perbedaan elektronegativitas yang cukup besar antara atom hidrogen dengan oksigen. Sehingga air adalah molekul yang bersifat polar. Karena ikatan antara atom hidrogen dengan oksigen adalah ikatan ionik, maka ikatannya mudah lepas, dimana akan dihasilkan spesi H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup>. Adanya kedua spesi ini lah yang menyebabkan air bersifat netral atau pHnya berkisar di antara 7,0.

- a. Air merupakan pelarut yang baik
- b. Air dapat bereaksi dengan basa kuat dan asam kuat
- c. Air bereaksi dengan berbagai substansi membentuk senyawa padat dimana air terikat dengannya, misalnya senyawa hidrat (Gabriel, 1999).

### **2.3 Sumber Air**

Air yang berada dipermukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi:

- a. Air Angkasa (Air Hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Air angkasa berasal dari penyubliman awan atau uap air. Walau pada saat



presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme dan gas, misalnya karbondioksida, nitrogen dan ammonia.

Air angkasa (hujan) memiliki karakteristik bersifat *soft water* (kesadahan rendah). Air ini dapat melarutkan unsur yang terlarut di udara, seperti oksigen, karbon dioksida, nitrogen, debu, dan mineral lainnya. Apabila terjadi kontak dengan karbon dioksida, air ini dapat berubah menjadi hujan asam ( $H_2CO_3$ ). Apabila terjadi kontak dengan  $SO_2$ , air ini dapat berubah menjadi  $H_2SO_4$  yang bersifat korosif. Apabila terjadi kontak dengan  $NO_2$ , air ini akan berubah menjadi  $HNO_2$  yang bersifat korosif.

b. Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah maupun lainnya.

Air ini memiliki karakteristik bersifat *hard water* (kesadahan tinggi). Air permukaan memiliki kandungan mineral yang cukup banyak. Keadaan air permukaan dipengaruhi oleh daerah yang dilewatinya.

## 2.4 Air Boiler

Proses pengolahan air dimulai dari pemompaan air bahan baku dari sungai, kemudian dialirkan ke kolam sedimentasi atau clarifier tank sebelum

diinjeksikan bahan kimia berupa aluminium sulfat dan soda ash oleh chemical dosing pump. Bahan kimia tersebut akan mempercepat terjadinya pengendapan dan mendapatkan pH yang sesuai.

Dalam kolam sedimen maupun clarifier tank, terjadi pemisahan secara gravitasi, partikel-partikel besar, lumpur, dan pasir akan mengendap didasar kolam tangki. Air yang berada pada bagian atas dialirkan secara overflow kekolam clarifier. Dalam clarifier tank, terjadi pengendapan partikel-partikel yang lebih halus dan lolos dari proses pertama.

Air yang telah dilakukan pengendapan di clarifier pond dipompakan ke sand filter, kotoran halus akan tersaring sehingga air yang keluar sudah memenuhi standard air minum. Air tersebut dapat digunakan dalam proses pengolahan, seperti klarifikasi dan cleaning. Namun untuk penggunaan boiler, air akan dilakukan pengolahan lebih lanjut. Hal ini dikarenakan masih mengandung zat-zat padatan terlarut (garam kalsium, magnesium dan silica). zat-zat tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu melalui pertukaran ion.

#### **2.4.1 Masalah Pada Boiler**

Air yang digunakan pada boiler yang kurang memenuhi standar yang ditentukan akan menimbulkan masalah-masalah sebagai berikut:

- a. Pembentukan deposit, disebabkan oleh adanya zat padat tersuspensi yang terdapat pada air umpan boiler dan juga disebabkan oleh kontaminasi uap dari hasil produksi. Dimana pencegahan deposit ini

dapat dilakukan dengan meminimalkan masuknya zat-zat tersuspensi yang terdapat pada air umpan boiler.

- b. Pembentukan kerak yakni dapat pula disebabkan oleh ion-ion kesadahan yang terdapat pada air umpan boiler, dimana pembentukan kerak ini dapat ditanggulangi dengan mengurangi ion-ion kesadahan pada air boiler dan menggunakan blow down secara teratur jumlahnya.
- c. Pembentukan korosi yakni dapat disebabkan karena terjadinya peristiwa pembentukan kembali logam-logam ke bentuk aslinya. ini dapat diatasi dengan mengurani logam-logam yang menyebabkan korosi dan mengatur pH dan alkalinitas pada air boiler (Pusdiklat PT. Perkebunan Nusantara IV dalam Siti, 2021).

#### **2.4.2 Perawatan Air Boiler**

Didalam pesawat boiler dapat dilakukan dengan memperhatikan kualitas air. Air yang digunakan harus memenuhi standart yang sudah ditentukan, selain itu volume air boiler tidak melebihi batas yang sudah ditentukan (Naibaho, P dalam Hudori, 2015).

Ada tiga cara untuk mengolah atau memperbaiki mutu air yang akan digunakan pada boiler yaitu:

- a. Penambahan bahan kimia pada air mentah sebelum dimasukan kedalam boiler.

- b. Penambahan beberapa jenis senyawa kimia kedalam air boiler seperti natrium fosfat yang mampu menyebabkan garam kalsiumnya larut, mengendapkan dan ditampung kemudian dibuang.
- c. Dilakukan dekonsentrasi atau blowdown dari boiler pada waktu sering terjadi pemanasan, dimana tekanan boiler digunakan untuk memaksa air yang mengandung suspensi kotoran keluar dari boiler (Walid, M.1989).

## **2.5 Parameter Air Pengisi Boiler**

Parameter air pengisi boiler meliputi pH, total dissolved solid (TDS), alkalinitas, dan hardness (kesadahan).

### **2.5.1 PH**

PH mempengaruhi toksistas suatu senyawa kimia. Senyawa ammonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Ammonium bersifat tidak toksis. Namun, pada suasana alkalis ( pH tinggi) lebih banyak ditemukan ammonia yang tak terionisasi dan bersifat toksis (Effendi, H., dkk. 2003).

PH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion hydrogen. Ion hydrogen merupakan faktor utama untuk mengerti reaksi kimiawi dalam ilmu teknik penyehatan, karena:

- a. Ion hydrogen ada dalam keseimbangan dinamis dengan air, yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hydrogen tidak pernah habis.

- b. Ion hidrogen tidak hanya merupakan unsur molekul H<sub>2</sub>O saja tetapi juga merupakan unsur senyawa lain hingga jumlah reaksi ion hydrogen dapat dikatakan hanya sedikit saja (Alaerts dan Sri, S. dalam Silviani Y. 2020).

Menurut Eonchemical (2021) standar aman pH air boiler adalah 9,5-11,5. Disisi lain, air umpan boiler yang ditempatkan pada tangki penampungan memiliki pH 6-9. Oleh sebab itu, air umpan boiler perlu ditambahkan alkaliniti booster agar feed water yang masuk ke boiler memiliki pH yang sesuai dengan standar aman yang ditetapkan. Apabila pH dibawah standar, maka akan terjadi carry over dan menyebabkan bahan kimia tidak bekerja dengan baik.

Carry over adalah keadaan dimana padatan terlarut (silika, hardness) dalam air boiler terbawa ke dalam steam, dan dapat menjadi kerak di sepanjang pipa jalur steam ke turbin. Nilai pH yang rendah akan menyebabkan viskositas (tegangan permukaan) air boiler menjadi lebih rendah, sehingga padatan-padatan yang terlarut pada air boiler akan lebih mudah lolos terbawa steam melalui permukaan air. Selain itu, pH yang rendah juga membuat kelarutan silika dalam air boiler semakin rendah.

Bahan kimia yang tidak bekerja dengan baik dalam kondisi pH dibawah standar adalah phosphate (sodium tripolyphosphate). Dimana pada air boiler senyawa ini berfungsi sebagai scale inhibitor dan bekerja pada pH diatas 9,5.

Jika pH diatas standar maka akan terjadi foaming dan caustic gouging. Foaming akan terjadi pada boiler apabila pH diatas 11,5. Foaming terjadi karena tingginya tegangan permukaan air sehingga steam sulit terlepas secara porositas dari dalam air. Hal ini dapat menyebabkan gelembung pada air boiler.

Caustic gouging adalah keadaan dimana caustic ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang digunakan untuk menaikkan pH boiler, bereaksi dengan besi sehingga menyebabkan korosi. Tingginya pH karena pemakaian  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang berlebih, hal ini menyebabkan *free caustic* pada boiler sehingga merusak lapisan magnetid besi.

### **2.5.2 Total Dissolved Solid (TDS)**

Total dissolved solid ialah jumlah keseluruhan zat yang larut dalam air, yang dimasukkan dalam kelompok ini ialah mineral dan garam-garam yang terlarut dalam air, zat tersebut berbentuk koloid (Naibaho,P, M dalam Hudori P, 2015). total padatan terlarut (TDS) adalah salah satu konstituen atau parameter paling vital dalam menilai kesesuaian dan kualitas keseluruhan dari berbagai sistem penyediaan air (Atta *et al*, Li *et al*, Pan *et al*. dalam Ewusi *et al*, 2021). Oleh karena itu, pengukuran dan prediksi TDS yang akurat dapat memberikan indikasi salinitas (total zat terlarut organik dan anorganik) di berbagai sistem sumber daya air.

### 2.5.3 Alkalinitas

Alkalinitas adalah gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam, atau kuantitas anion didalam air yang dapat menetralkan kation hydrogen. Penyusun alkalinitas perairan adalah kandungan anion Bikarbonat, Karbonat dan Hidroksida, Borat, Silikat, Posfat, Sulfida, dan Ammonia juga memberikan kontribusi terhadap alkalinitas. Namun, pembentuk alkalinitas yang utama adalah Bikarbonat, Karbonat, dan Hidroksida. Diantara ketiga ion tersebut, Bikarbonat paling banyak terdapat perairan alami (Effendi, H., dkk. 2003).

Alkalinitas merupakan pertahanan air terhadap pengasaman. Dalam air alam alkalinitas sebagian besar disebabkan adanya bikarbonat, dan sisanya oleh karbonat dan hidroksida. Ini diperlukan sekali untuk memiliki beberapa kadar alkalinitas didalam air boiler, jadi penghilangan alkalinitas secara lengkap dalam boiler merupakan perlakuan jarang kecuali dalam demineralisasi. Beberapa alkalinitas juga diperlukan untuk memberikan pH optimum dalam air sediaan untuk mencegah karatan perapian dan peralatan.

Alkalinitas merupakan  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , atau  $\text{OH}^-$ . Jika menjadikan air kota dalam pelunakan, alkalinitas biasanya terbentuk dalam bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ), jika kapur perekat dikurangi, biasanya kebanyakan karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), tetapi air itu juga dapat mengandung beberapa hidroksida ( $\text{OH}^-$ ). Ketika bikarbonat dan karbonat panas didalam boiler, bikarbonat dan karbonat pecah melepaskan  $\text{CO}_2$ .

Jumlah dari CO<sub>2</sub> yang dihasilkan sebanding dengan alkalinitas. Karena suatu alkalinitas yang memberikan dua kali sebanyak CO<sub>2</sub> yang terbentuk dari HCO<sub>3</sub> oleh CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, karena gangguan bikarbonat merupakan jumlah dari kedua reaksi-reaksi. Asam karbonat biasanya dinetralkan dengan perlakuan kimia pada tiap steam secara langsung atau secara tidak langsung melalui boiler menghasilkan suatu pH disekitar 8,5 sampai 9,0. Pengurangan alkalinitas pada air umpan boiler yang sangat diperlukan, lalu untuk memperkecil pembentukan CO<sub>2</sub> dan mengurangi biaya-biaya perlakuan kimia.

Hidroksida yang dihasilkan oleh uraian HCO<sub>3</sub> dan CO<sub>3</sub> bermanfaat untuk menimbulkan magnesium, untuk menyediakan suatu lingkaran yang baik untuk mempengaruhi endapan, dan untuk memperkecil kandungan SiO<sub>2</sub>. Uraian dari HCO<sub>3</sub> lengkap, tapi tidak semua CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> berubah menjadi yang tajam. Perubahan bervariasi dari boiler yang chlorid yang lain dan bertambah dengan temperatur.

#### **2.5.4 Hardness (Kesadahan)**

Kesadahan dalam air disebabkan oleh adanya kandungan garam-garam kalsium dan magnesium. Didalam analisa air, kandungan kesadahan dinyatakan sebagai mg/l sebagai CaCO<sub>3</sub>. Dipilih kalsium karbonat sebagai basis analisa karena senyawa ini mempunyai berat molekul 100 dan berat ekuivalen 50 sehingga mudah untuk dikonversi baik kemasing-masing ion yang ada didalam air. Kandungan kesadahan dalam air juga sangat tergantung pada sumber airnya. Air tanah biasanya



mempunyai kesadahan diatas 300mg/l sebagai  $\text{CaCO}_3$ . Air permukaan biasanya lebih lunak karena tidak mempunyai kesempatan untuk kontak dengan mineral-mineral dalam tanah cukup lama. Kesadahan pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium dan magnesium. Kalsium dan magnesium berikatan dengan anion penyusun alkalinitas, yaitu bikarbonat dan karbonat. Kesadahan perairan berasal dari kontak dengan tanah dan bebatuan (Effendi, H., dkk. 2003).

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ , juga oleh  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  dan semua kation yang bermuatan dua. Air yang kesadahannya tinggi biasanya terdapat pada air tanah didaerah yang bersifat kapur. Kelebihan  $\text{Ca}^{2+}$  serta ion  $\text{Ca}^{2+}$  (salah satu ion alkalinitas) mengakibatkan terbentuknya kerak pada dinding pipa yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat  $\text{CaCO}_3$ . Kerak ini akan mengurangi penampang basah pipa menyulitkan pemanasan air dalam ketel (Alaerts dan Sri, S. 1987).

## **2.6 Proses Pengolahan Air**

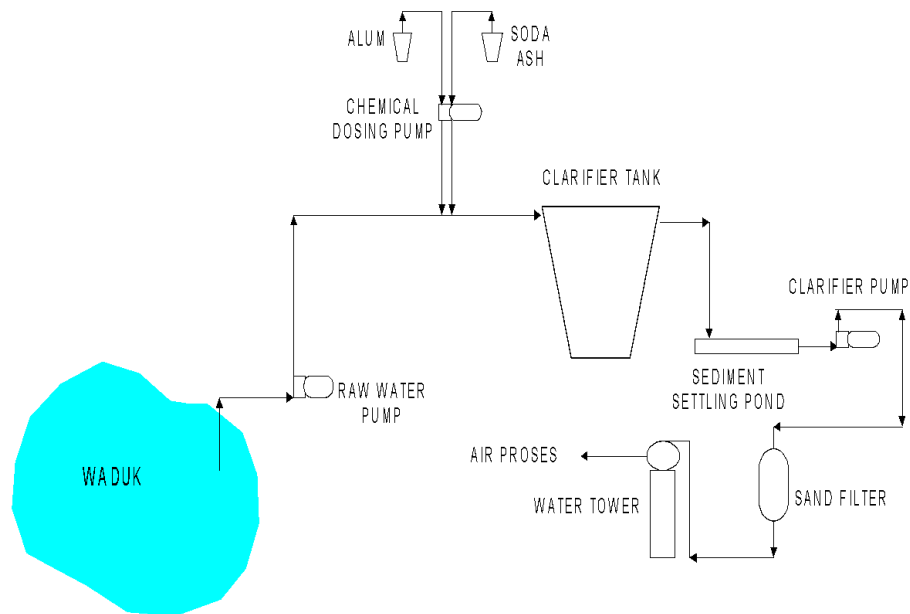
### **2.6.1 Eksternal Treatment**

Eksternal treatment merupakan kegiatan pengurangan atau penghilangan kotoran dari air di luar boiler. Secara umum eksternal treatment digunakan ketika jumlah satu atau lebih pengotor air umpan boiler terlalu tinggi untuk ditoleransi oleh sistem boiler yang bersangkutan.

Eksternal treatment adalah keadaan dimana pengolah eksternal digunakan untuk membuang padatan tersuspensi, padatan terlarut penyebab untuk pembentukan kerak. Proses perlakuan eksternal dapat dilakukan dengan cara koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan demineralisasi. Pengendalian mutu air tergantung pada pada tujuan penggunaan air. Umumnya air diproses untuk keperluan dengan persyaratan berikut:

- a. Air Pengolahan, yang memerlukan air yang bebas dari logam-logam dan senyawa-senyawa yang dapat menurunkan mutu minyak sawit seperti suspensi koloid.
- b. Umpan Boiler, yang memerlukan mutu khusus yakni bebas dari logam alkali tanah yang dapat menyebabkan pembentukan kerak pada boiler. Maka perlu dikontrol dengan baik kesadahan air yang keluar dari anion.

Fasilitas pengolahan air memurnikan dan mendeaerasi air umpan, air terkadang diolah terlebih dahulu dengan penguapan untuk menghasilkan uap yang relatif murni, yang kemudian dikondensasikan untuk keperluan umpan boiler.



Gambar 2. 1 Ekstrenal Treatment

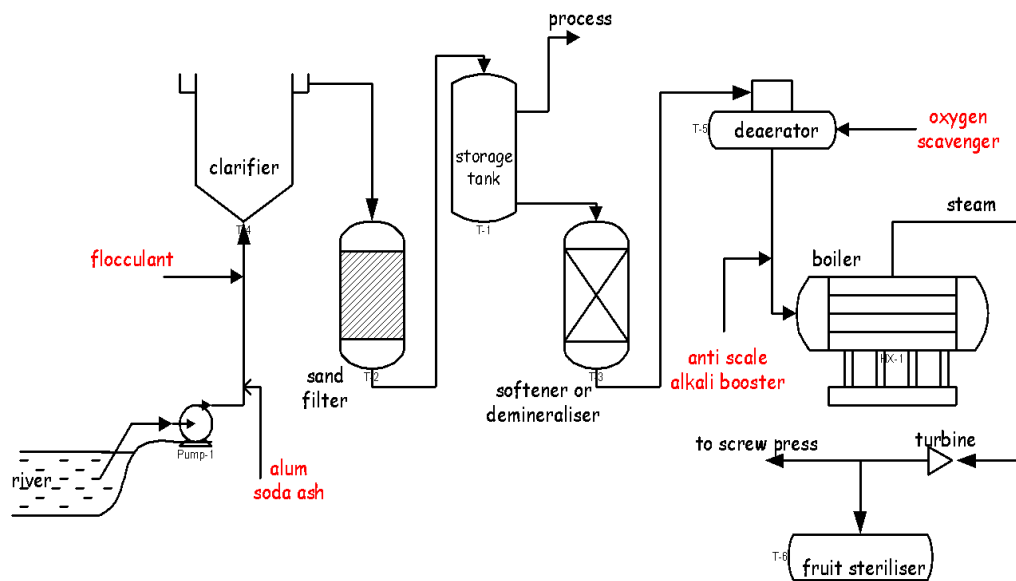
### 2.6.2 Internal Treatment

Internal treatment yaitu pengolahan air umpan yang ditekankan pada pengilangan gas-gas terlarut terutama O<sub>2</sub> dengan proses daerasi dan daerator. bertujuan untuk melakukan pengolahan lebih lanjut dari hasil eksternal treatment, sebagai metoda perlindungan boiler dalam proses pembentukan uap. Seluruh perlakuan diarahkan untuk menghindari pembentukan kerak, korosi, dan carryover. Bahan kimia yang digunakan adalah catalized sulfid yang berfungsi untuk mengikat oksigen dan gas-gas lain yang masih terikut dalam air boiler serta mencegah terjadinya korosi pada permukaan logam, khususnya pada bagian dalam pipa-pipa dan drum boiler.

Internal treatment diperlukan untuk meminimalisir terjadinya kegagalan operasional atau efek merugikan lainnya. Internal treatment terjadi ketika boiler beroperasi pada tekanan rendah atau sedang pada

saat sejumlah besar uap kental digunakan untuk air umpan, atau ketika air baku berkualitas baik tersedia. Metode pengolahan air ini digunakan untuk memenuhi tujuan dasar sebagai berikut:

- Memberikan perlindungan terhadap korosi, penskalaan, dan pembusaan (foaming)
- Menurunkan tingkat kesadahan dari air.
- Pengkondisian lumpur atau zat tersuspensi lainnya, seperti oksida besi dalam sistem boiler.
- Menghilangkan kandungan oksigen dari air umpan boiler dan mempertahankan alkalinitas yang cukup untuk mencegah korosi.



Gambar 2. 2 Internal Treatment

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Penelitian**

Dilakukan penelitian ini bertujuan untuk menganalisa efektivitas proses pengolahan air umpan boiler khususnya pada water treatment plant menuju boiler. Penelitian ini dilakukan di pabrik kelapa sawit PT. Suryamas Cipta Perkasa II.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **3.2.1 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 Juni 2021 sampai pada tanggal 7 Oktober 2021 yang meliputi persiapan, pengumpulan data dan analisa data beserta evaluasi kegiatan penelitian.

##### **3.2.2 Alat dan Bahan**

###### **1.1 Alat**

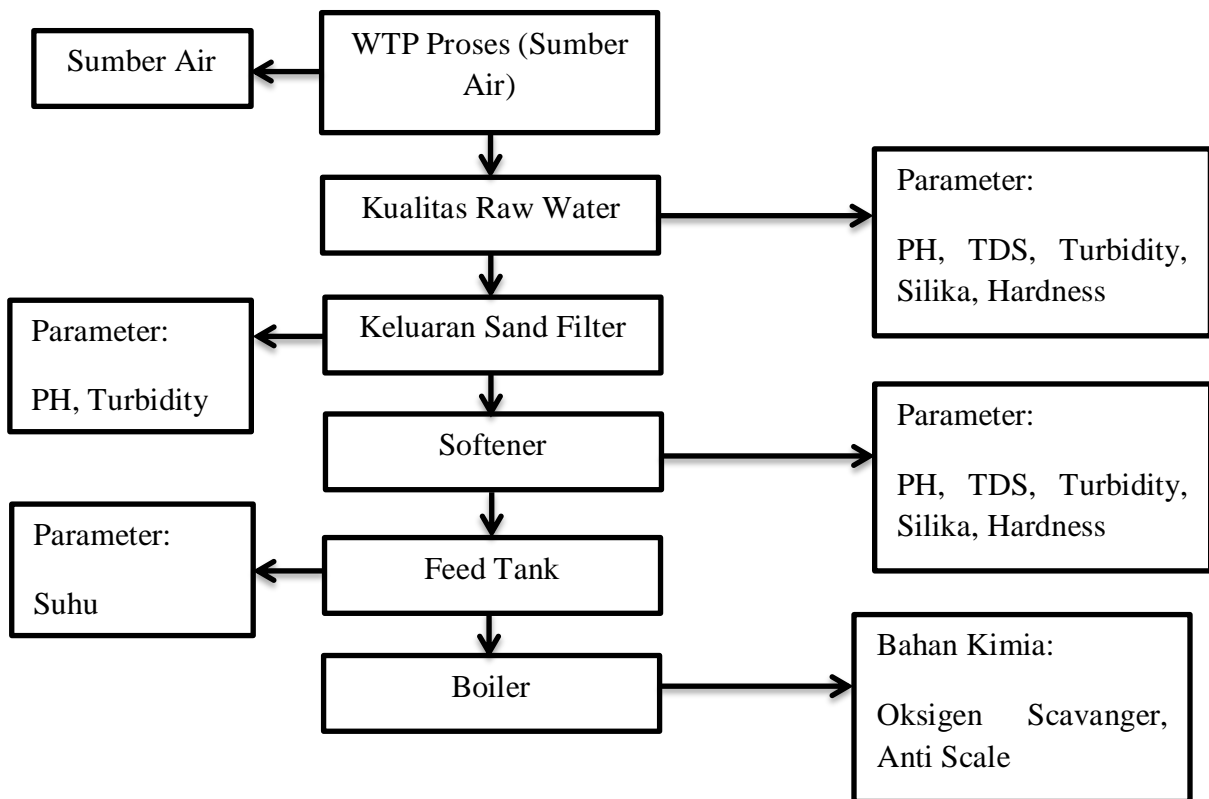
1. Geleas Beaker
2. Tabung reaksi
3. Ph Meter
4. Dr 900
5. TDS Meter

###### **b. Bahan**

1. Air Raw Water
2. Air Softener

3. Air Feed Tank
4. Air Daerator
5. Air Boiler
6. PAC, Soda Ash, Polymer
7. Senyawa sulfite, Senyawa Phospit, Alkalinity Booster

### 3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1 Flowchart Tahap Penelitian

Penelitian dimulai dari pengambilan sampel water intake, dengan parameter yang diamati berupa silika, pH, TDS, turbidity, dan Fe. Setelah itu dilanjutkan dengan

pengambilan sampel keluaran Sand Filter yang meliputi silika pH, TDS, TH, turbidity, dan Fe. Setelah itu, dilakukan pengukuran parameter pada feed tank berupa pH, TDS, dan TH. Pengukuran parameter dilanjutkan pada softener yang meliputi ph, TDS, dan TH. Tahapan berikutnya dilanjutkan pada softener II dengan parameter yang sama dengan softener I. Langkah terakhir yaitu pengukuran parameter pada boiler, yang meliputi TDS, pH, alkalinity, hardness, sulfite, phosphate, dan silika.

### **3.4 Lokasi Pengambilan Sampel dan Parameter Yang Diamati**

#### **A. Pengambilan sampel air di Raw Water Tank atau air waduk**

Sampel diambil di Raw Water Tank kemudian diamati parameternya.

Parameter yang diamati :

1. PH
2. TDS
3. Turbidity
4. Silica
5. TH
6. Fe

#### **B. Pengambilan sampel keluaran Sand Filter**

Sampel diambil di keluaran Sand Filter kemudian diamati parameternya.

Beberapa parameter yang diamati.

1. PH
2. Turbidity

3. TDS

4. TH

C. Pengambilan sampel di Softener

Sampel diambil di keluaran Softener kemudian diamati parameter nya. Ada beberapa parameter yang diamati.

1. PH

2. TDS

3. Turbidity

D. Pengambilan sampel suhu di Feed Tank

*Feed tank* berfungsi untuk menampung dan memanaskan air umpan *boiler* menggunakan *steam* sampai suhu  $\pm 70$  °C.

E. Daerator

Suhu 103-105 °C. kapasitas *tank* adalah 22 ton.

F. Pengambilan Sampel Air Boiler

Sampel diambil di Boiler kemudian diamati parameter nya. Ada beberapa parameter yang diamati.

1. TDS

2. PH

3. Hardness

4. Alkalinity

5. Sulfit

6. Phosphit



## 7. Silica

### G. Cara Pengambilan Sampel Parameter

Pengambilan sampel dilakukan setiap pagi pada jam 07.00 WIB. Sampel diambil menggunakan botol bekas kemudian diambil dan ditampung di botol bekas tersebut. Setelah diambil sampel dilakukan pengujian sampel di Laboratorium pabrik.

### H. Cara Pengujian Parameter di Laboratorium

#### 1. PH

- a. Siapkan sampel-sampel air yang akan dianalisa
- b. Siapkan alat ph meter
- c. Masukkan elektroda kedalam sampel air
- d. Nyalakan alat ph meter
- e. Hasil ph akan keluar di ph meter

#### 2. TDS

- a. Siapkan sampel
- b. Siapkan alat TDS meter
- c. Pastikan sampel yang akan dianalisa dalam keadaan dingin
- d. Masukkan sampel ketempat yang tersedia di TDS meter
- e. Putar jarum pada angka yang sesuai dengan sampel (10, 100, 1000)
- f. Kemudian tekan tombol yang ada pada TDS meter (tekan dan tahan)

- g. Lihat angka yang ditunjuk jarum
- h. Jika jarum pada angka 100 dan jarum penunjuk pada angka 4 maka  
 $4 \times 100 = 400$

### 3. Hardness

- a. Siapkan sampel 50 ml
- b. Tambahkan total hardness buffer 2ml
- c. Aduk sampai homogen
- d. Tambahkan hardness indikator 1 gram apabila air berubah menjadi biru tidak dilakukan tahap berikutnya dan apabila air masih berubah warna keunguan lanjutkan ke tahap berikutnya
- e. Titrasi dengan titrant high range sampai berubah warna kebiruan
- f. Rumus Hardness = ml titrasi x 20

### 4. Turbidity

- a. Siapkan sampel yang akan dianalisa sebanyak 25 ml
- b. Siapkan dr 900
- c. Atur program dialat dr 900 untuk analisa turbidity
- d. Siapkan sampel 25 ml kedalam tabung A sebagai blank (Aquadess)
- e. Siapkan sampel 25 ml kedalam tabung B pastikan tabung a dan b dalam keadaan bersih
- f. Masukkan sampel blank terlebih dahulu kedalam alat dr 900 kemudian tutup
- g. Tekan zero

- h. Kemudian keluarkan sampel blank dan masukkan sampel yang akan dianalisa kedalam alat dr 900 kemudian tutup
  - i. Tekan read dan hasil akan muncul dilayar dr 900
5. Alkalinity
- a. Siapkan sampel air boiler 10 ml
  - b. masukkan p indicator sebanyak 2 tetes sampai berubah menjadi warna merah muda
  - c. kemudian titrasi dengan alkalinity titrant sampai menjadi jernih
  - d. kemudian masukkan m indicator sebanyak 5 tetes sampai berubah warna menjadi kebiruan
  - e. titrasi dengan alkalinity titrant sampai berubah warna menjadi keorangean
  - f. Rumus alkalinity = p alkalinity x 2 – m alkalinity
6. Sulfit
- a. Siapkan sampel 50 ml dengan kondisi sampel masih panas
  - b. Tambahkan sulfit buffer 4 ml
  - c. Tambahkan sulfit indikator 0,5 gram
  - d. Aduk sampai homogeny
  - e. Titrasi dengan sulfit titrant sampai berubah warna kekuningan
  - f. Rumus sulfit = ml titrasi x 25 x 0,635
7. *Iron* (Fe)
- a. Siapkan sampel 25 ml kedalam tabung

- b. Atur program DR 900 untuk analisa *iron*
  - c. Masukkan sampel ke dalam DR 900 tekan zero
  - d. Tambahkan 1 permachem reagents (1 pcs)
  - e. Aduk sampai homogen
  - f. Masukkan lagi ke DR 900 dan tekan read
  - g. Tunggu sampai 3 menit, hasil analisa akan keluar dilayar DR 900
8. Silica
- a. Siapkan sampel 10 ml
  - b. Masukkan ke dalam tabung
  - c. Atur program DR 900 untuk analisa silica
  - d. Masukkan tabung yang berisi sampel ke dalam DR 900
  - e. Tekan zero
  - f. Masukkan HR silica molybdate
  - g. Aduk sampai homogen
  - h. Masukkan HR silica acid RGT
  - i. Aduk sampai homogen
  - j. Kemudian tekan read dan tunggu 10 menit
  - k. Setelah itu masukan silica citric acid
  - l. Aduk sampai homegen
  - m. Kemudian tekan read, lalu tunggu selama 2 menit, hasil akan keluar dilayar DR 900

### 3.5 Cara Pengolahan Data

1. Rumus efisiensi bahan kimia

- a. Jumlah air yg diolah/hari
- b. Konsumsi bahan kimia

Mengambil antara Throughput air (air yang diolah) dengan konsumsi

$$\text{bahan kimia} = \frac{N^3}{kj}$$

2. Efektivitas softener (*hardness*)

$$\frac{\text{Hardness awal} - \text{Hardness output softener}}{\text{Hardness awal}} \times 100\%$$

3. Efektivitas pengolah eksternal

$$\frac{\text{Turbidity awal (Water Intake)} - \text{Turbidity Akhir (Sand Filter)}}{\text{Turbidity Awal}} \times 100\%$$

4. Rumus perhitungan kebutuhan larutan *chemical* pada *Jar Test*

Pada *Jar Test* ada 3 macam larutan *chemical* yang digunakan, yaitu PAC, soda ash, dan polymer. Adapun rumus untuk mencari kebutuhan ketiga larutan tersebut yaitu sebagai berikut :

$$TC = \frac{\text{Dosis Optimal} \times \text{Laju Aliran} \times \text{Jam Operasional}}{1.000.000}$$

Keterangan :

TC : Treatment Chemical (kebutuhan bahan kimia treatment)

Total Hardness

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Deskripsi Perusahaan**

Penelitian ini dilaksanakan di perusahaan Suryamas Cipta Perkasa II yang berlokasi di desa Halabang, Kecamatan sebangau kuala, Kabupaten Pulang pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Perusahaan ini merupakan perusahaan berbadan usaha hukum Perseroan terbatas (PT) yang bergerak di bidang usaha peroses pengolahan kelapa sawit CPO & PKO. Perusahaan ini memiliki batas-batas wilayah yaitu:

1. Batas utara : Perkebunan SCP II
2. Batas selatan : Waduk Water Treatment Plant (WTP)
3. Batas barat : Perkebunan SCP II
4. Batas timur : Perumahan SCP II

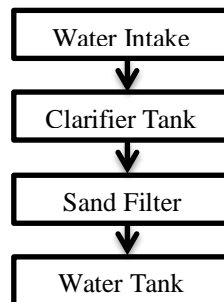


Gambar 4.1 Peta perbatasan perusahaan suryamas cipta perkasa II

Pesusahaan ini mempunyai kapasitas olah sebesar 75 ton perjam yang mana perusahaan ini beroperasi dari pukul 07.00 wib – 18.00 wib.

#### 4.2 Pengolahan Air

Penyediaan air di pabrik kelapa sawit bertujuan untuk menyediakan air untuk keperluan domestik dan air umpan boiler. Air domestik adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari karyawan dan staff yang tinggal disekitar pabrik dan kebun, penyediaan air domestik hanya menggunakan pengolahan eksternal atau eksternal treatment. Selain menyediakan keperluan air domestik, penyediaan air juga dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air umpan boiler, perbedaannya adalah pada air umpan boiler, setelah dari air melewati proses pengolahan eksternal, air akan berlanjut diolah kembali melalui proses pengolahan internal, inilah mengapa pengolahan air terdiri dari dua proses yaitu eksternal dan internal.



Gambar 4.2. Flowchart eksternal treatment

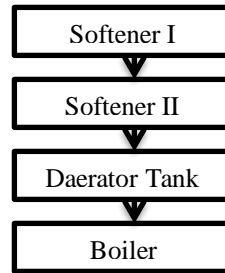
Eksternal treatment adalah pengolahan air yang memiliki tujuan utama untuk menjernihkan air dan menaikkan pH. Pengolahan eksternal menurut

Adistie (2011) adalah segala sesuatu yang dilakukan pada semua sistim pendukung Boiler (sistim yang berhubungan dengan Boiler).

Tujuan dari suatu eksternal treatment adalah untuk menghasilkan air dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan dari Air umpan boiler (*boiler feed water*). Dalam hal ini termasuk penghilangan zat tersuspensi, pengurangan/penghilangan kadar Kesadahan, pengurangan/penghilangan kadar *Silica*, pengurangan/penghilangan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), dsb.

Eksternal treatment memiliki tujuan utama untuk menjernihkan air dengan cara menurunkan padatan tersuspensi ataupun TDS pada air. Air yang diambil dari proses water intake ini berasal dari waduk, yang dipompa dengan dua pompa berkapasitas 90 ton/jam yang bekerja secara bergantian. Pada proses ini standar hasil yang diharapkan adalah turbiditas dapat tercapai  $\leq 1$  NTU serta pH dikisaran 7 atau netral. Apabila standar air belum tercapai, maka air akan memasuki proses *Clarifier Tank*. Pada *Clarifier Tank* terjadi proses pemisahan flok menggunakan bahan kimia dengan retensi 2 jam





Gambar 4.3 Tahapan pada internal treatment

Internal treatment adalah pengkondisian Air boiler dengan bahan kimia treatment & pengaturan lainnya dengan tujuan agar korosi, pengerakan dapat dihindari dan kemurnian uap terjaga baik. Pada proses internal ditambahkan beberapa bahan kimia yaitu senyawa sulfite, senyawa phospit, dan alkalinity booster.



Gambar 4.4 Clarifier Tank

Adapun bahan kimia yang digunakan antara lain:

- 1) Caustic Soda (Soda Ash), yang berfungsi untuk menaikkan PH air.
- 2) PAC, yang berfungsi membentuk flok-flok halus.

3) Polymer, yang berfungsi menangkap flok-flok halus dan mengendapkannya.

Bahan kimia yang sudah di campur air dalam wadah di *inject* menggunakan pompa 0.25 KW menuju pipa *Stirer Statis*. Setelah melewati proses di *Clarifer Tank*, air masuk ke proses *Sand Filter*. *Sand Filter* berkapasitas 50 ton yang berfungsi menyaring kotoran yang masih terikut melalui media pasir kuarsa. Cara kerjanya yang pertama air yang dipompa keluar dari *nozzle* kemudian disaring melalui media pasir kuarsa.



Gambar 4.5 *Pure Tank*

Setelah melewati proses eksternal treatment, air memasuki proses internal treatment. Secara singkat internal treatment dapat diartikan fase penambahan bahan kimia ke boiler untuk mencegah pembentukan kerak dan mencegah terjadinya korosi. Fase ini berlangsung pada proses yang dimulai dari feed tank, softener 1 dan 2, kemudian barulah air siap untuk digunakan pada boiler. feed tank berfungsi untuk menampung dan memanaskan air menggunakan *steam* sampai suhu  $\pm 70^{\circ}\text{C}$ . Kapasitas *feed tank* adalah 150 ton.



Gambar 4.6 *Feed Tank*

Fungsi Softener sebagai media untuk penyerapan kapur dalam air yang memiliki tingkat kesadahan yang tinggi. Penurunan TDS pada softener menggunakan bahan kimia berupa NaCl yg digunakan untuk regenerasi. Setelah air dapat digunakan untuk proses air umpan boiler, tetapi terdapat standar yang digunakan untuk air umpan boiler (Tabel 1).

Tabel 1. Standar Kualitas Air

Parameter	Nilai	Satuan
Ph. Value	10.5-11.5	-
Conductivity	2985 Max	Umhos
T D S	2000 Max	Ppm
P. Alkalinity	-	Ppm Caco3
M. Kalinity	800 Max	Ppm Caco3
O. Alkalinity	2.5 X Sio2, Min	Ppm Caco3
T. Thadness	Trace	Ppm Caco3
Phosphate	30 - 70	Ppm Po4
Silica	150 M / Ax	Ppm Sio2
Iron	2 Max	Ppm Fe
Sulfite	30 - 50	Pm Na2so3
Clirode	300 Max	Ppm Nacl

Sumber: Administrasi PT. Suryamas Cipta Perkasa II

## 4.3 Analisis Data

### 4.3.1 Kualitas *Raw Water*

Analisis external water treatment digunakan untuk menghilangkan padatan – padatan tersuspensi (seperti tanah, pasir, dan lumpur) dengan cara diendapkan dan disaring. Proses untuk mendapatkan tingkat kejernihan yang maksimal dari pengolahan external water treatment menentukan dosis bahan kimia yang digunakan dahulu. Adapun percobaan dalam penentuan dosis menggunakan jar test. Jar test adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi proses flokulasi dan koagulasi saat menambahkan koagulan/flokulan ke sampel air limbah. Prinsip pengujian metode pot test adalah dengan menambahkan dosis tertentu koagulan sambil diaduk dan mengevaluasi hasilnya dengan mengamati koagulan atau flokulan yang terbentuk. Tujuan pengadukan adalah untuk mempercepat homogenisasi koagulan dalam sampel yang diolah. Dalam hal ini, dalam menentukan dosis koagulasi, beberapa aspek harus diperhatikan, seperti jenis koagulan yang sesuai dengan karakteristik air limbah, pH campuran dan suhu. Jar test diambil setiap jam, namun pengaplikasian bahan kimia hanya dilakukan, apabila kondisi air tidak berada pada standar air yang diinginkan.

Tahapan pertama proses *external water treatment* yaitu water intake.

Data hasil pengamatan water intake berupa parameter Silika (SiO<sub>2</sub>), Ph, TDS, T.H, TBDY, dan Fe dapat dilihat pada (Tabel 2). Pengambilan sampel raw water diambil di 1 titik yaitu daerah tepi waduk yang dekat water intake dari Tanggal 9 agustus 2021 - 4 September 2021.

Tabel 2. Parameter pengamatan pada *raw water*

TANGGAL	Water Intake					
	SiO <sub>2</sub>	pH	TDS (ppm)	T.H (ppm)	TBDY (NTU)	FE (ppm)
09.08.2021	11	6,98	210	58	27	1,82
10.08.2021	13	7,04	210	58	25	1,60
11.08.2021	12	7,06	210	64	26	1,75
12.08.2021	11	7,05	210	62	24	2,01
13.08.2021	13	7,03	220	58	27	1,86
14.08.2021	16	7,06	210	62	29	2,61
15.08.2021	12	6,99	210	58	25	2,27
16.08.2021	15	6,87	200	60	27	2,56
17.08.2021	14	6,96	210	60	26	2,30
18.08.2021	11	6,90	210	62	24	2,11
19.08.2021	16	6,98	210	64	27	2,56
20.08.2021	13	6,81	200	60	23	2,05
21.08.2021	15	6,95	210	62	25	2,66
22.08.2021	14	6,97	220	60	25	2,89
23.08.2021	12	6,94	220	60	33	2,71
24.08.2021	13	7,06	220	62	27	2,81
25.08.2021	14	7,02	230	56	26	2,60
26.08.2021	16	6,96	220	60	25	2,94
27.08.2021	15	7,01	220	62	26	2,88
28.08.2021	18	6,93	230	60	23	2,19
29.08.2021	13	6,97	230	56	27	2,64
30.08.2021	11	6,99	210	54	24	2,41
31.08.2021	14	7,03	210	56	26	2,69

TANGGAL	Water Intake					
	SiO <sub>2</sub>	pH	TDS (ppm)	T.H (ppm)	TBDY (NTU)	FE (ppm)
01.09.2021	10	6,95	220	58	27	2,28
02.09.2021	13	6,98	210	60	25	2,55
03.09.2021	14	7,02	230	56	27	2,87
04.09.2021	11	6,96	220	54	29	2,98
Rerata	13,3	6,98	215	59	26,11	2,43

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat efektivitas pengolahan air di Pabrik Kelapa Sawit sudah dapat tercapai. Hal ini dapat dilihat dari masing-masing parameter yang menunjukkan bahwa data sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pada (Tabel 2) dapat dilihat hasil pengamatan yang telah diukur pada masing-masing parameter pada proses *water intake*.

Parameter pertama yaitu Silika (SiO<sub>2</sub>), Menurut Chandra, dkk (2012) Silika atau silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) adalah senyawa kimia yang terbentuk dari atom silikon dan oksigen. Secara singkat dapat dikatakan silika adalah jenis pasir mineral yang terbentuk dari kristal silica. Silica yang terkandung dalam air boiler berasal dari air sungai dan waduk yang dipakai sebagai bahan baku pembuatan umpan boiler. Rerata silika yang didapatkan pada 20 pengambilan sampel sebesar 13,3 ppm. Nilai rerata 13,3 ppm merupakan nilai yang cukup tinggi, karena standar silika yang telah ditetapkan sebesar 5 ppm. Apabila silika diatas 5 ppm, alternative penurunan yaitu dengan menggunakan *demineralizer* untuk proses *water*

*treatmentnya*, namun di Pabrik Kelapa Sawit menggunakan softener sebagai proses dari *water treatment* yang digunakan.

Jika kadar SiO<sub>2</sub> dalam air lebih besar dari standar yang telah ditentukan maka akan terbentuk kerak, lumpur pada pipa boiler dapat menutupi permukaan pipa api, lorong api dan ruang nyala dimana kerak dan komposit merupakan hasil proses pembentukan beberapa gumpalan kecil yang bersatu dengan yang lainnya seperti fungsi silika, dan ini merupakan kumpulan dari beberapa kelompok suspended Solids (padatan yang tersuspensi) dan silika akan membentuk kelompok yang besar dan keras pada permukaan boiler yang kemudian dapat mengakibatkan terjadinya over heating (panas berlebihan), maka perlu diperhatikan kadar silika dalam air boiler agar terjaga dari kerusakan dengan memenuhi standar mutu air boiler yang telah ditetapkan (Volara dan Nasution, 2021).

Parameter selanjutnya yaitu pH. Pada parameter pH, terjadi kenaikan pH dari *water intake* menuju softener 2. Air yang berada pada waduk saat diserap pada proses *water intake* masih memiliki pH yang netral. Menurut Eonchemical (2021) air umpan boiler yang ditempatkan pada tangki penampungan memiliki pH 6-9 sedangkan standar aman pH air boiler adalah 9,5-11,5. Hal ini menunjukkan terjadinya proses menaikkan pH yang diambil dari waduk. Menurut (Joko, 2010) air dengan pH rendah memiliki sifat asam, korosif dan mengandung

padatan rendah. Air dengan kondisi ini biasanya mengandung besi yang tinggi yang meninggalkan residu dan kerusakan pada pipa transmisi. Oleh karena itu, diperlukan *alkalinity booster* sehingga air yang digunakan dalam proses menjadi basa.

Dari (Tabel 2) menunjukkan pH sebesar 6,98 yang memiliki sifat netral, hal ini sangat bagus mengingat pH netral merupakan pH yang baik dalam proses *water treatment*. pH yang dibawah standar ini harus diberikan perlakuan khusus dengan menggunakan chemical pada clarifier tank, bahan yang digunakan antara lain Poly Aluminium Chloride (PAC), Soda ash, dan polimer. Namun untuk digunakan pada boiler, pH harus dinaikkan lagi agar air yang diolah dapat lebih efektif untuk dijadikan sebagai steam.

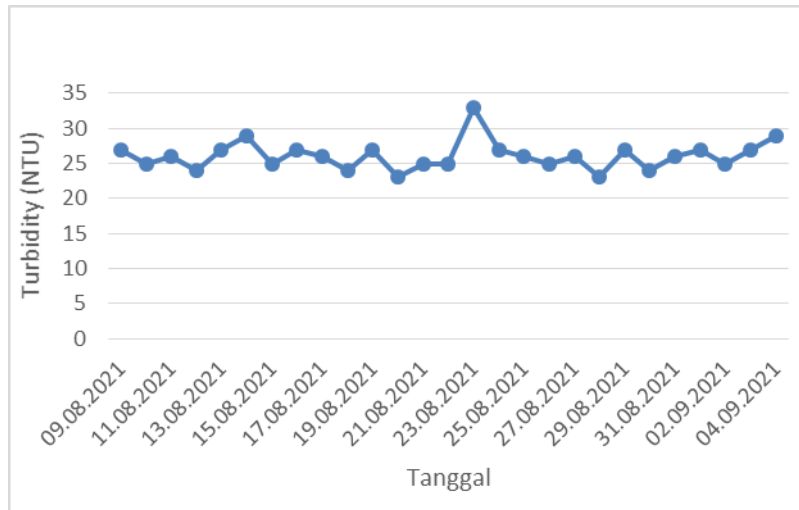
Parameter selanjutnya yaitu analisis kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) yang bertujuan untuk menentukan banyaknya zat padat terlarut pada limbah cair gula dalam satuan ppm. TDS atau *Total Dissolved Solid* merupakan istilah untuk menandakan jumlah padatan terlarut atau konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. TDS digambarkan dengan jumlah zat terlarut dalam Part Per Million (PPM). Pada parameter TDS rerata yang didapatkan adalah sebesar 215 ppm. Nilai TDS yang masih sesuai standar yang ditetapkan adalah hasil dari perawatan yang rutin dilakukan dalam penentuan kualitas air boiler yang digunakan. TDS merupakan



faktor yang sangat penting untuk menentukan kelayakan dari kualitas air tersebut (Volara dan Nasuiton, 2021).

*Hardness* atau kesadahan menurut Qonita, dkk (2019) adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air dimana definisi kesadahan air yaitu sifat kimia air yang mengandung mineral tertentu yang umumnya terdiri dari kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Pada (Tabel 2) *Hardness* (T.H) memiliki rerata 59 ppm, nilai ini merupakan nilai yang cukup tinggi, sehingga pabrik Kelapa Sawit memilih untuk menggunakan softener, karena apabila *hardness* atau kesadahan air tinggi, proses yang paling efektif adalah dengan menggunakan softener.

Parameter turbiditas memiliki kaitan terhadap parameter TDS, silika dan ferrum. Turbiditas menurut (Sutapa.i, 2014) merupakan indikator penting dari jumlah sedimen yang tersuspensi dalam air, yang dapat memiliki banyak efek negatif pada kehidupan akuatik yang secara singkat dapat didefinisikan sebagai kekeruhan. Turbiditas atau kekeruhan menurut Rachmansyah, dkk (2014) adalah keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat tak terlarut.



Gambar 4.4 Grafik Turbidity dari *Raw Water*

Berdasarkan (Gambar 4.4) Nilai turbidity tertinggi terjadi pada tanggal 23.08.2021 dengan nilai sebesar 33 NTU. Sedangkan nilai turbidity terendah pada tanggal 23.08.2021 dengan nilai sebesar 23 NTU. Dari data diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai turbiditas pada *raw water*. Nilai dari kekeruhan bergantung pada zat yang tersuspensi, sehingga nilai yang dikeluarkan oleh turbidimeter beragam. Setiap sampel sebelum dimasukkan ke dalam turbidimeter dikocok terlebih dahulu agar zat yang tersuspensi tersebar merata. Pada nilai kekeruhan rerata turbidity yang didapat sebesar 26,11 NTU, dimana berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 3 September 1990 menjelaskan, tingkat kekeruhan air bersih yang bisa digunakan yaitu 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

Penurunan turbidity (kekeruhan) disebabkan menurunnya jumlah zat terlarut (TDS) dalam air. Penurunan zat terlarut ini bertujuan meminalisir residu dan kotoran yang berada pada tanki penampung dan pipa. Keberadaan zat terlarut dalam tanki dan pipa dapat menyebabkan masalah operasional dan menurunkan efektivitas air yang digunakan nantinya pada proses feedwater boiler. Pengendalian zat yang terlarut ini dilakukan pada *Clarifier Tank* sebelum proses *Sand Filter*.

Parameter selanjutnya yaitu Fe (Ferum). Ferum atau besi merupakan salah satu kandungan yang banyak oada raw water, banyaknya kandungan besi pada air dapat meningkatkan kesadahan pada air sehingga kandungannya harus diturunkan. Hasil menunjukkan bahwa rerata fe yang didapat sekitar 2,43 ppm. Standar besi menurut *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) yaitu 2 ppm. Nilai kandungan besi (Fe) yang didapatkan masih melebihi standard, residu Fe yang melebihi batas yang ditetapkan dapat menyebabkan korosi pada boiler. Oleh karena itu, perlu penggunaan bahan kimia *oxygen scavenger* yang berfungsi mengikat *oxygen* yang lolos dalam boiler dengan menambahkan natrium sulfit sehingga tidak terjadi masalah korosi pada boiler karena Natrium sulfit akan bereaksi dengan *oxygen* membentuk endapan Natrium Sulfat (Muhriyah Fatimura, 2016) .

Data yang dihasilkan pada Tabel 2, terlihat bahwa kualitas *raw water* masih tergolong kotor. Oleh karena itu, diperlukan penjernihan air sebelum air dilanjutkan ke tahap berikutnya.

#### **4.3.2 Pengolahan Air di Clarifier Tank**

Setelah air masuk ke proses *water intake*, selanjutnya air dimurnikan terlebih dahulu melalui proses *clarified* pada *clarifier tank*. *Clarifier tank* melalui pipa yang ditanam didalam tanah. *Clarifier tank* berfungsi untuk mengendapkan pasir-pasir dan kotoran kecil pada bagian bawah tanki dengan bantuan penambahan tawa dan *floculant*. Penggunaan bahan kimia yang diaplikasikan pada *Clarifier Tank* secara rerata memiliki dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil rerata kebutuhan yang didapatkan dari *Jar Test*. Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan rerata kebutuhan bahan kimia berdasarkan hasil dari *Jar Test* dengan data yang diaplikasikan perhari. Hal ini berpengaruh terhadap nilai *Hardness* yang justru naik pada saat memasuki sand filter.

Penentuan *Clarifier Tank* menggunakan metode *Jar Test* dengan dosis setiap minggu sebanyak 2 kali. Air baku mutu air pada Pabrik Kelapa Sawit berasal dari air permukaan dan air tanah yang ditampung di dalam waduk. Air tersebut mengandung zat-zat yang tidak boleh langsung di konsumsi untuk proses, domestik, dan *hydrant*, oleh karena itu air tersebut harus di treatment terlebih dahulu untuk mendapatkan air yang sesuai dengan parameter yang diijinkan. Penjernihan air dilakukan dengan tiga

metode yaitu koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Pada proses tersebut pula penambahan bahan kimia untuk mempercepat terjadinya proses pemisahan zat-zat tersuspensi. Pada proses pengolahan air menggunakan tiga macam bahan kimia yaitu soda ash sebagai pengatur pH, PAC sebagai proses koagulasi, dan polymer sebagai proses flokulasi.

Untuk mengetahui berapa banyak jumlah bahan kimia yang digunakan adalah dengan melakukan *Jar Test* setiap pagi harinya menurut SOP (Rahardja, dkk 2020). Dari hasil *Jar Test* didapatkan data dengan menggunakan bahan kimia yaitu soda ash, PAC, dan polymer dengan membandingkan menggunakan bahan kimia yaitu PAC dan polymer bahwa data yang didapatkan mencapai dari parameter yang diinginkan baik dari perusahaan Pabrik Kelapa Sawit dari Permenkes RI, nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, yaitu pH 6,4-6,5 dan turbidity 0,17 NTU – 1,11 NTU (PAC dan polymer).

*Jar Test* adalah metode yang digunakan untuk menentukan dosis saat menambahkan koagulan/flokulan ke sampel air. Tujuan pengadukan adalah untuk mempercepat homogenisasi koagulan dalam sampel yang diolah. Dalam hal ini, dalam menentukan dosis koagulasi, beberapa aspek harus diperhatikan, seperti jenis koagulan yang sesuai dengan karakteristik air limbah, pH campuran dan suhu.

#### 4.3.2.1 Prosedur *Jar Test*:

- 1) Masukkan sampel air waduk 500 ml ke dalam gelas beaker kemudian taruh gelas beaker tepat di bawah stirrer *Jar Test*
- 2) Masukkan larutan caustic soda dan PAC sedikit demi sedikit pada ke kecepatan 200 rpm sampai terbentuk flok halus
- 3) Jika flok halus sudah terbentuk turunkan pada kecepatan 50 rpm, kemudian masukkan polimer
- 4) Tunggu sampai 3 menit atau sampai polimer sudah homogeny atau tercampur rata
- 5) Amati perubahan flok yang terjadi pada sampel, endapan dan kejernihan pada sampel

Tabel 3 menunjukkan rerata kebutuhan jumlah bahan kimia perhari pada *clarifier tank*. Hasil (Tabel 3) menunjukkan rerata kebutuhan alumunium sulfat sebesar 97,6 kg/hari, natrium hidroksida sebesar 67 kg/hari, dan polimer sebanyak 2,98 kg/hari.

Tabel 3. Rerata kebutuhan bahan kimia perhari pada *clarifier tank*

No	Bahan Kimia	Dosis (ppm)	jumlah kebutuhan/hari (kg)
1	PAC	50,11	97,6
2	Soda Ash	34,40	67
3	Polymer	1,53	2,98

(Tabel 4) menunjukkan periode pengambilan sampel air untuk *Jar Test* yang dilakukan 2 minggu sekali secara bersamaan. Dilakukan selama 2

minggu sekali dikarenakan tidak adanya tenaga khusus yang melakukan pengetesan *Jar Test* sehingga diperlukan tenaga ahli yang berasal dari perusahaan penyedia bahan kimia.

Tabel 4. Periode analisis *Jar Test*

No	Bahan	Minggu 1	Minggu 2
1	PAC	9/8/21 - 22/8/21	23/8/21 - 5/9/21
2	Soda Ash	9/8/21 - 22/8/21	23/8/21 - 5/9/21
3	Polymer	9/8/21 - 22/8/21	23/8/21 - 5/9/21

Pengetesan *Jar Test* dilakukan dengan menghitung rerata data yang didapatkan dari 2 minggu sebelumnya untuk diaplikasikan pada 2 minggu kedepan yang dapat dilihat pada (Tabel 4). Pengetesan *Jar Test* pada tanggal 9 - 22 Agustus digunakan sebagai data *Jar Test* dasar untuk tanggal 23 Agustus -5 September.

Bahan kimia yang di analisis ada tiga yaitu PAC, Soda ash, Polymer. PAC adalah garam khusus pada pembuatan aluminium clorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium yang biasa dan garam-garam besi seperti aluminium sulfat atau ferri klorida. Kegunaan dari PAC adalah sebagai koagulan atau flokulan untuk menguraikan larutan yang keruh dan menggumpalkan partikel, sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya. Keuntungan penggunaan PAC sebagai koagulan dalam proses penjernihan air adalah sebagai berikut :

1. Korosivitasnya rendah karena PAC adalah koagulan bebas sulfat sehingga aman dan mudah dalam penyimpanan dan transportasinya.
2. Pada umumnya koagulan yang digunakan akan membentuk logam hidroksida. Penggunaan koagulan aluminium sulfat menyebabkan pelepasan sebuah ion hidrogen untuk tiap gugus hidrogen yang dihasilkan. Ion hidrogen yang dihasilkan ini menyebabkan penurunan pH yang cukup tajam, sehingga air yang diolah menjadi lebih asam. Pada penggunaan PAC sebagai koagulan, pH air hasil pengolahan tidak mengalami penurunan pH yang cukup tajam seperti pada penggunaan koagulan aluminium sulfat.

Soda ash dapat dikatakan natrium karbonat yang digunakan untuk sebagai dasar yang relatif kuat dalam berbagai pengaturan. Sebagai contoh, digunakan sebagai pengatur pH untuk mempertahankan kondisi alkalin stabil. Ketika dilarutkan dalam air, akan terdisosiasi menjadi asam lemah yaitu asam ash karbonat dan alkali kuat yaitu natrium hidroksida. Sodium karbonat dalam larutan kemampuan menyerang logam seperti aluminium dengan pelepasan gas hidrogen (Amri, 2018).

Polymer merupakan suatu senyawa dengan berat molekul yang besar dan tersusun atas unit – unit kecil berulang yang disebut monomer. Molekul yang kecil disebut monomer, dapat terdiri dari satu jenis maupun beberapa jenis. Polymer adalah sebuah molekul panjang yang mengandung rantai–rantai atom yang dipadukan melalui ikatan kovalen yang terbentuk melalui



proses Polymerisasi dimana molekul monomer bereaksi bersama–sama secara kimia untuk membentuk suatu rantai linier atau jaringan tiga dimensi dari rantai polymer (Suharty, 2007).

(Tabel 5) dapat dilihat bahan kimia yang optimum berdasarkan prosedur *Jar Test*, berdasarkan rerata data yang diambil selama 2 minggu sebelumnya data *Jar Test* yang optimum untuk periode tanggal 8 – 2 agustus 2021 adalah menggunakan 2,6 mL PAC atau setara dengan 52 pp PAC, kemudian 1,85 mL atau setara dengan 37 ppm, dan dengan 0,08 mL atau setara dengan 1,61 ppm Polymer.

Tabel 5. Bahan kimia optimum *Jar Test*

Jadwal pengecekan	Bahan Kimia					
	PAC		Soda ash		Polymer	
	ml	ppm	ml	ppm	ml	ppm
9/8/2021	2,6	52	1,85	37	0,08	1,61
23/8/2021	2,5	50	3,7	74	0,03	1,58

Keterangan Standar Bahan Kimia:

- a) 1,85 gr soda ash + 500 ml aquades. 1 ml larutan = 37 ppm
- b) 2,6 gram PAC + 500 ml aquades. 1 ml larutan = 52 ppm
- c) 0,081 gram polimer + 500 ml aquades. 1 ml larutan = 1,61 ppm

Berdasarkan (Tabel 8) hasil analisis kebutuhan bahan kimia pada eksternal treatment. Ketiga sampel (PAC, Soda Ash, Polymer) dianalisis selama 1 bulan. Hasil diperoleh bahwa PAC yang dihasilkan selama 1 bulan

sebesar 94,81 kg dengan dosis 50,11 ppm. Soda ash memiliki rerata 65,44 kg dengan dosis 34,40 ppm. Polymer memiliki rerata sebesar 2,87 kg dengan dosis 1,53 ppm.

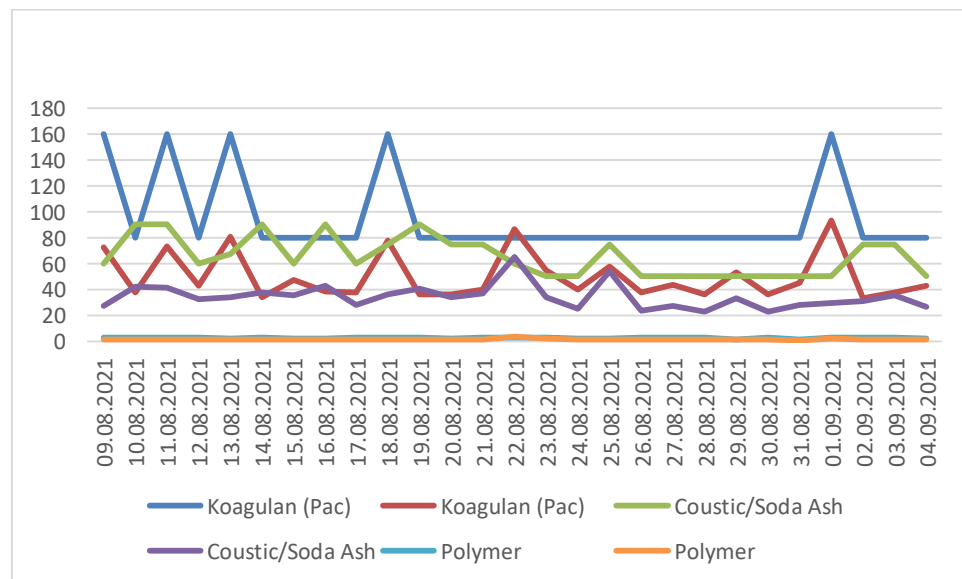
Tabel 8. Kebutuhan bahan kimia pada eksternal treatment

Tanggal	Bahan Kimia Ext Treatment					
	Koagulan (Pac)		Coustic/Soda Ash		Polymer	
	Kg	Ppm	Kg	Ppm	Kg	Ppm
09.08.2021	160,00	72,40	60,00	27,15	3,20	1,45
10.08.2021	80,00	37,74	90,00	42,45	3,20	1,51
11.08.2021	160,00	73,39	90,00	41,28	3,20	1,47
12.08.2021	80,00	43,24	60,00	32,43	3,20	1,73
13.08.2021	160,00	80,40	67,00	33,67	2,40	1,21
14.08.2021	80,00	33,76	90,00	37,97	3,20	1,35
15.08.2021	80,00	47,34	60,00	35,50	2,40	1,42
16.08.2021	80,00	38,46	90,00	43,27	2,40	1,15
17.08.2021	80,00	37,56	60,00	28,17	3,20	1,50
18.08.2021	160,00	78,05	75,00	36,59	3,20	1,56
19.08.2021	80,00	36,04	90,00	40,54	3,20	1,44
20.08.2021	80,00	36,36	75,00	34,09	2,40	1,09
21.08.2021	80,00	39,80	75,00	37,31	3,20	1,59
22.08.2021	80,00	86,96	60,00	65,22	3,20	3,48
23.08.2021	80,00	54,42	50,00	34,01	3,20	2,18
24.08.2021	80,00	39,80	50,00	24,88	2,40	1,19
25.08.2021	80,00	57,55	75,00	53,96	2,40	1,73
26.08.2021	80,00	37,38	50,00	23,36	3,20	1,50
27.08.2021	80,00	43,96	50,00	27,47	3,20	1,76
28.08.2021	80,00	36,36	50,00	22,73	3,20	1,45
29.08.2021	80,00	52,98	50,00	33,11	1,60	1,06
30.08.2021	80,00	36,53	50,00	22,83	3,20	1,46

Tanggal	Bahan Kimia Ext Treatment					
	Koagulan (Pac)		Coustic/Soda Ash		Polymer	
	Kg	Ppm	Kg	Ppm	Kg	Ppm
31.08.2021	80,00	45,20	50,00	28,25	1,60	0,90
01.09.2021	160,00	93,57	50,00	29,24	3,20	1,87
02.09.2021	80,00	33,33	75,00	31,25	3,20	1,33
03.09.2021	80,00	37,91	75,00	35,55	3,20	1,52
04.09.2021	80,00	42,55	50,00	26,60	2,40	1,28
Rerata	94,81	50,11	65,44	34,40	2,87	1,53

Sumber: Data primer 2022

Berdasarkan Gambar .. yang merupakan Grafik Kebutuhan bahan kimia eksternal. Terlihat bahwa warna biru merupakan Koagulan PAC dalam kg/hari, dimana grafik menunjukkan yang paling stabil dibandingkan dengan yang lainnya.



Gambar 4.5 Grafik Kebutuhan Bahan Kimia Eksternal

Selanjutnya dosis optimum hasil *Jar Test* dapat dilihat kebutuhan bahan kimia *Clarifier tank* pada setiap hari pada (Tabel 6) dapat dilihat

perbandingan dosis optimum bahan kimia yang didapatkan dari *Jar Test*. Ketika dibandingkan dengan dosis bahan kimia yang diaplikasikan, pada periode 9 Agustus selama 24 jam dengan debit air sebesar 15 ton/jam menghasilkan dosis optimum PAC yang dibutuhkan sebesar 52 ppm yang setara dengan 10,13 kg/hari, kemudian pada periode kedua 23 Agustus 2021 selama 24 jam dosis dibutuhkan sebesar 50 ppm 9,74 kg/hari. Dosis optimum Soda ash yang dibutuhkan sebesar 37 ppm yang setara dengan 7,21 kg/hari, kemudian pada periode kedua dosis dibutuhkan sebesar 74 ppm 14,43 kg/hari. Dosis optimum polymer yang dibutuhkan sebesar 1,61 ppm yang setara dengan 0,31 kg/hari sama seperti periode kedua.

Tabel 6. Aplikasi bahan kimia pada Clarifier Tank

Bahan	Kebutuhan periode	Debit air	Dosis Optimum (ppm)	Kebutuhan bahan kimia/hari (kg)
PAC	9/8/2021	15 ton/jam	52	10,13
	23/8/2021	15 ton/jam	50	9,74
Soda ash	9/8/2021	15 ton/jam	37	7,21
	23/8/2021	15 ton/jam	74	14,43
Polymer	9/8/2021	15 ton/jam	1,61	0,31
	23/8/2021	15 ton/jam	1,58	0,31

#### 4.3.3 Sand Filter

Setelah proses external treatment, air memasuki tahap internal treatment yang dimulai dari sand filter hingga softener. Pengolahan untuk air permukaan lebih dititikberatkan di eksternal water treatment, sedangkan air

tanah di internal water treatment. Proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi di clarifier tank dan filtrasi adalah proses yang biasa digunakan pada external water treatment dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit (Schutte, 2006). Internal water treatment digunakan untuk menghilangkan padatan-padatan terlarut ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , dan lain – lain) dan gas terlarut ( $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan lain – lain) (Siahaan, 2017). Proses pengolahan air di Internal treatment merupakan proses perlakuan air didalam boiler biasanya dengan penambahan kimia dengan tujuan untuk mencegah pembentukan kerak, mencegah korosi serta mencegah terjadinya carry over. Pada tahap internal treatment, kondisi yang diperhatikan adalah pH air, turbiditas atau kekeruhan dan Hardness atau kesadahan air.

Air yang telah melalui bak sedimetasi kemudian dialirkan menuju *Sand Filter*. Pada *Sand Filter* berfungsi untuk menyaring kembali sisa-sisa kotoran dan pasir dengan menggunakan pasir halus dan kerikil kecil. Proses filtrasi yang dilakukan adalah air hasil proses koagulasi dan flokulasi dialirkan pada media filter, yaitu *sand filter*. Kemudian dialirkan pada media filter karbon aktif dan filter cartdrige dengan menggunakan pompa air yaitu dengan filtrasi satu kali, filtasi dua kali dan filtrasi tiga kali. Pada tahap ini bertujuan untuk mengurangi kekeruhan dan merubah warna air menjadi jernih , yang masih belum maksimal pada proses koagulasi serta dapat mengurangi kadar besi.

Hasil dari *Sand Filter* akan dipompakan menuju *tower tank* sebagai tempat penyimpanan air dan mendistribusikan air menuju unit - unit yang membutuhkan. *Sand filter* ini menggunakan media pasir silika, pasir silika di Indonesia dikenal juga dengan pasir kuarsa. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang lumpur dan kotoran organik yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika yang lebih besar bergantung dengan keadaan kuarsa dari tempat penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu. Pasir silika banyak dimanfaatkan untuk kegiatan industry.

Berdasarkan (Tabel 7) yang mengukur pada masing-masing parameter pada proses sand filter, didapat rerata pH pada 27 pengambilan sampel sebesar 7,23. Nilai tersebut memiliki sifat netral.

Tabel 7. Parameter pengamatan Sand Filter

TANGGAL	Sand Filter			
	pH	TDS	T.H	TBDY
09.08.2021	7,11	230	62	0
10.08.2021	7,19	220	60	0
11.08.2021	7,30	230	56	0
12.08.2021	7,24	220	64	0
13.08.2021	7,36	230	62	0
14.08.2021	7,30	230	64	0
15.08.2021	7,29	220	62	0
16.08.2021	7,25	210	66	0
17.08.2021	7,20	220	64	0
18.08.2021	7,17	220	66	0
19.08.2021	7,26	220	68	0
20.08.2021	7,20	210	62	0
21.08.2021	7,31	220	66	0
22.08.2021	7,28	230	62	0
23.08.2021	7,27	230	64	0
24.08.2021	7,19	230	62	0
25.08.2021	7,17	240	58	0

TANGGAL	Sand Filter			
	pH	TDS	T.H	TBDY
26.08.2021	7,14	230	64	0
27.08.2021	7,21	230	52	0
28.08.2021	7,15	240	64	0
29.08.2021	7,22	230	60	0
30.08.2021	7,29	220	58	0
31.08.2021	7,35	220	58	0
01.09.2021	7,26	230	63	0
02.09.2021	7,29	220	64	0
03.09.2021	7,33	240	58	0
04.09.2021	7,23	230	56	0
Rerata	7,24	226	62	0

Pada parameter TDS rerata yang didapatkan adalah sebesar 226 ppm, sedangkan hardness memiliki rerata 62 ppm, pada turbidity didapatkan rerata 0 NTU. Jika dibandingkan dengan data pada (Tabel 1), terlihat bahwa data yang diambil masih berada pada standar yang berlaku kecuali pH yang masih dibawah standar.

Efektivitas pengolah eksternal:

$$= \frac{\text{Turbidity awal(Water Intake)} - \text{Turbidity Akhir(Sand Filter)}}{\text{Turbidity Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{27 - 0}{27} \times 100\% = 100\%$$

#### 4.3.4 Softener 1 dan Softener 2

Softener berfungsi untuk menghilangkan kalsium dan magnesium dengan media *resin*. Softener 1 dan Softener 2 dipasang secara paralel yang bertujuan untuk menurunkan total hardness melalui pertukaran ion dengan bahan residu sebagai penular ion. Cara kerja softener yaitu dengan

mengandalkan nyerapan ion  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  yang terkandung dalam air. Adapun proses yang dipakai yaitu dengan mengikat ion-ion tersebut pada sebuah molekul sehingga menghilangkan kemampuan ion tersebut dalam membentuk scale atau kerak maupun mengganggu kinerja dari deterjen. Penghilangan ini dapat dicapai melalui metode presipitasi dan pertukaran ion.

Apabila resin sudah jenuh di tandai dengan total hardness yang di atas 0, maka yang perlu di lakukan adalah regenerasi resin menggunakan garam. Kemudian air di alirkan ke feed tank. Kapasitas softener yaitu 50 ton/jam. Parameter pengamatan variable pH, TDS, Total Hardness pada Softener 1 dan Softner 2 disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Parameter pengamatan Softener 1 dan Softener 2

Tanggal	Softener 1			Softener 2		
	pH	TDS	T.H	pH	TDS	T.H
09.08.2021	7,18	15	0	7,19	15	0
10.08.2021	7,23	12	0	7,24	11	0
11.08.2021	7,34	11	0	7,32	12	0
12.08.2021	7,35	12	0	7,36	12	0
13.08.2021	7,32	13	0	7,3	14	0
14.08.2021	7,37	14	0	7,39	14	0
15.08.2021	7,27	12	1	7,23	13	1
16.08.2021	7,21	13	0	7,19	14	0
17.08.2021	7,25	11	0	7,26	12	0
18.08.2021	7,18	12	0	7,16	11	0
19.08.2021	7,27	11	0	7,26	12	0
20.08.2021	7,19	12	0	7,14	13	0
21.08.2021	7,28	11	0	7,26	13	0
22.08.2021	7,22	16	0	7,29	17	0
23.08.2021	7,33	17	0	7,31	17	0
Tanggal	Softener 1			Softener 2		



	<b>pH</b>	<b>TDS</b>	<b>T.H</b>	<b>pH</b>	<b>TDS</b>	<b>T.H</b>
24.08.2021	7,32	17	0	7,34	16	0
25.08.2021	7,39	15	0	7,4	15	0
26.08.2021	7,33	16	0	7,35	17	0
27.08.2021	7,35	14	0	7,24	14	0
28.08.2021	7,26	17	0	7,23	16	0
29.08.2021	7,17	14	0	7,21	13	0
30.08.2021	7,38	12	0	7,39	11	0
31.08.2021	7,33	13	0	7,34	12	0
01.09.2021	7,36	11	0	7,38	12	0
02.09.2021	7,37	13	1	7,38	11	1
03.09.2021	7,34	10	0	7,36	10	0
04.09.2021	7,3	12	0	7,32	11	0
Rerata	7,29	13,2	0,07	7,29	13,3	0,07

Berdasarkan Hasil pada (Tabel 9) pH rerata yang didapat untuk softener 1 dan 2 sebesar 7.29. pH termasuk kedalam kategori netral. Variable selanjutnya yaitu TH (*Total Hardness*) pada softener 1 sebesar 13,2, sedangkan pada softener 2 sebesar 13,3. Perbedaan TH pada softener 1 dan 2 tidak terlalu jauh. NaCl pada softener berfungsi untuk menurunkan hardness atau tingkat kesadahan air. Pada penelitian ini NaCl di gunakan sebanyak 2 kali, yaitu pada tanggal 14-8-2021 dengan berat 100 kg dosis 133,69 ppm. Penambahan kedua terjadi pada tanggal 1-9-2021 dengan berat 100 kg dan dosis 168,92 ppm. Berdasarkan perhitungan efektivitas softener 1 dan 2 rerata didapatkan nilai efektivitas sebesar 99,88%. Hasil efektifitas pada softener 1 dan 2 menunjukkan bahwa softener 1 dan 2 disusun secara parallel. Rangkaian parallel softener diawali dari water intake (air bersih) menuju softener 1 dan 2.

Hasil pada Tabel 10 menunjukkan pengamatan softener 1 dan softener 2 dan efektifitas 1 dan 2. TH umpan merupakan TH yang didapatkan dari Tabel 1 water intake. TH Softener 1 dan 2 memiliki nilai TH yang sama. Hasil efektifitas 1 dan 2 menunjukkan bahwa softener 1 dan 2 disusun secara parallel. Rangkaian parallel softener diawali dari water intake (air bersih) menuju softener 1 dan 2. Rerata efektifitas softener 1 dan 2 sebesar 99,88%.

Tabel 10. Parameter pengamatan Softener dan Efektifitas I dan 2

TANGGAL	TH Umpan	TH		Efektifitas	
		Softener 1	Softener 2	Softener 1	Softener 2
09.08.2021	58	0	0	100%	100%
10.08.2021	58	0	0	100%	100%
11.08.2021	64	0	0	100%	100%
12.08.2021	62	0	0	100%	100%
13.08.2021	58	0	0	100%	100%
14.08.2021	62	0	0	100%	100%
15.08.2021	58	1	1	98,27%	98,27%
16.08.2021	60	0	0	100%	100%
17.08.2021	60	0	0	100%	100%
18.08.2021	62	0	0	100%	100%
19.08.2021	64	0	0	100%	100%
20.08.2021	60	0	0	100%	100%
21.08.2021	62	0	0	100%	100%
22.08.2021	60	0	0	100%	100%
23.08.2021	60	0	0	100%	100%
24.08.2021	62	0	0	100%	100%
25.08.2021	56	0	0	100%	100%
26.08.2021	60	0	0	100%	100%
27.08.2021	62	0	0	100%	100%
28.08.2021	60	0	0	100%	100%
29.08.2021	56	0	0	100%	100%
30.08.2021	54	0	0	100%	100%
31.08.2021	56	0	0	100%	100%
01.09.2021	58	0	0	100%	100%
02.09.2021	60	1	1	98,33%	98,33%
03.09.2021	56	0	0	100%	100%
04.09.2021	54	0	0	100%	100%
Rerata	59	0,07	0,07	99,88%	99,88%

Contoh Perhitungan Efektivitas softener 1 rerata (*hardness*):

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{Hardness awal} - \textit{Hardness output softener}}{\textit{Hardness awal}} \times 100\% \\ &= \frac{59 - 0,07}{59} \times 100\% \\ &= 99,88\% \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Efektivitas softener 2 rerata (*hardness*):

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{Hardness awal} - \textit{Hardness output softener}}{\textit{Hardness awal}} \times 100\% \\ &= \frac{59 - 0,07}{59} \times 100\% \\ &= 99,88\% \end{aligned}$$

Pada hasil uji efektifitas *hardness* didapatkan hasil sebesar 99,88%, hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan *hardness* pada tahap water intake sampai softener 2 pada tempat penelitian sudah efektif. Selain itu, pada hasil uji efektifitas turbidity didapatkan hasil sebesar 100%, hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan turbidity pada tahap water intake sampai sand filter sudah efektif juga. Hal ini didapatkan karena apabila terjadi kenaikan *hardness* diatas 0 maka segera diberikan pengaplikasian NaCl sebanyak 100 kg, hal ini menyebabkan *hardness* dapat terkendali sehingga persentase efektivitas *hardness* mencapai 99%.

#### 4.3.5 *Feed Tank*

Feed tank merupakan proses kelanjutan dari sand filter. Feed tank berfungsi untuk menampung air sementara dan mengalirkan menuju derator. Pada feed tank dilakukan pemanasan sampai suhu 90 – 95°C, hal ini bertujuan memudahkan derator melakukan pemanasan lebih lanjut sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama. Air kemudian dipompakan menuju *derator*. *Derator* berfungsi untuk mengurangi kadar O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada air. Kapasitas tank adalah 150 ton.

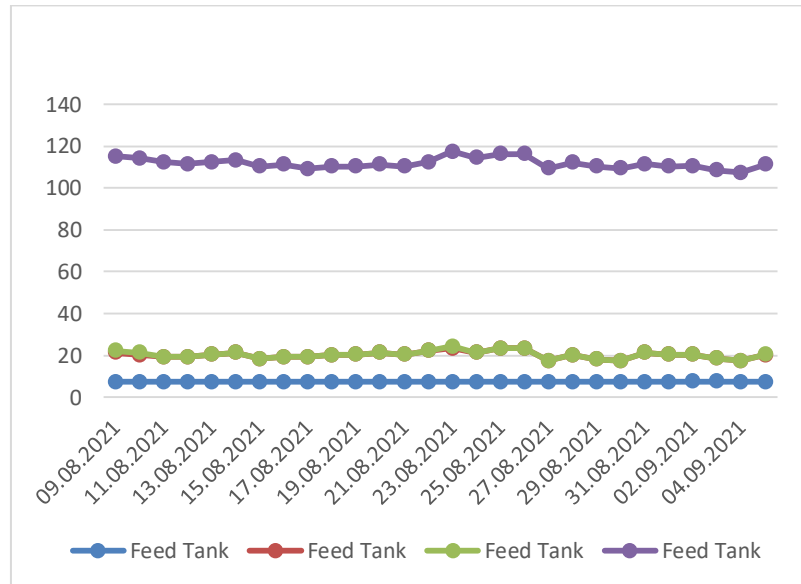
Pada Tabel 11 dapat dilihat hasil pengamatan yang telah diukur pada masing-masing parameter pada *Feed Tank*, rerata pH yang didapatkan pada 27 pengambilan sampel diperoleh pH rata – rata 7,31 yang memiliki sifat netral. Pada parameter TDS rerata yang didapatkan sebesar 12,9 ppm, sedangkan hardness memiliki rerata 0,1 ppm. Pada Ph, TDS, TH tidak terjadi perubahan. Pada *Feed Tank* tidak ada perlakuan (*treatment*) hanya dipanaskan pada suhu antara 90°C – 93°C. Pemanasan pada *Feed Tank* bertujuan untuk memberikan pemanasan awal sebelum di naikkan sehingga menjadi 103°C - 105°C di Deaerator.

Tabel 11. Parameter pengamatan feed tank

TANGGAL	<i>Feed Tank</i>			
	pH	TDS	T.H	Suhu
09.08.2021	7,20	14	1	93
10.08.2021	7,22	13	1	93

Tanggal	<i>Feed Tank</i>			
	pH	TDS	T.H	Suhu
11.08.2021	7,29	12	0	93
12.08.2021	7,34	12	0	92
13.08.2021	7,33	13	0	92
14.08.2021	7,35	14	0	92
15.08.2021	7,30	11	0	92
16.08.2021	7,24	12	0	92
17.08.2021	7,25	12	0	90
18.08.2021	7,21	13	0	90
19.08.2021	7,33	13	0	90
20.08.2021	7,27	14	0	90
21.08.2021	7,31	13	0	90
22.08.2021	7,30	15	0	90
23.08.2021	7,31	16	1	93
24.08.2021	7,39	14	0	93
25.08.2021	7,38	16	0	93
26.08.2021	7,37	16	0	93
27.08.2021	7,41	10	0	92
28.08.2021	7,24	13	0	92
29.08.2021	7,19	11	0	92
30.08.2021	7,39	10	0	92
31.08.2021	7,35	14	0	90
01.09.2021	7,31	13	0	90
02.09.2021	7,43	13	0	90
03.09.2021	7,46	11	0	90
04.09.2021	7,31	10	0	90
Rerata	7,31	12,9	0,1	91

Rerata Suhu yang didapat pada 27 kali pengambilan sampel sebesar 91<sup>0</sup>C. Jika dibandingkan dengan data pada (Tabel 1), terlihat bahwa data yang diambil masih berada pada standar yang berlaku kecuali pH. Berdasarkan Grafik 4.6 menunjukkan bahwa semua parameter yang diuji selama sebulan menghasilkan data yang stabil baik dari segi Ph, T.H, TDS, dan juga suhu.



Gambar 4.6 Grafik Parameter Pengamatan *Feed Tank*

#### 4.3.6 Boiler

Selain water intake yang perlu diamati yaitu air pada boiler. Parameter yang diamati yaitu Ph, TDS, TH, SO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe, Alkalinity 1,2, dan 3. Tabel 12 menunjukkan hasil pengamatan pada air boiler. Hasil pengamatan yang telah diukur pada masing – masing parameter pada boiler, rerata pH yang didapatkan pada 27 pengambilan sampel menghasilkan sebesar 11,29 yang memiliki sifat basa. Pabrik Kelapa Sawit menunjukkan bahwa parameter Ph air boiler masih dalam standar parameter yang ditetapkan oleh Pabrik Kelapa Sawit. pH menunjukkan tingkat kebasaaan dan keasaman didalam air. Pengukuran Ph sangat penting untuk dikontrol karena pH berfungsi untuk menentukan tingkat laju korosi yang terjadi dan berpengaruh

terhadap pembentukan kerak dan korosi. Pada pH rendah akan terjadi korosi dan pada pH tinggi akan terjadi kerak (Siti, 2021).

Pada pengukuran parameter TDS pada air boiler Pabrik Kelapa Sawit menunjukkan hasil yang sesuai dengan standar parameter air boiler yang ditetapkan. Nilai TDS yang rendah dapat mengurangi pembentukan kerak, karena ini menandakan ion - ion terlarut sangat sedikit sehingga daya panas pada pipa sangat baik. Hal ini sesuai yang dinyatakan Kamal (2019) bahwa, nilai total padatan terlarut yang lebih tinggi akan mengurangi laju perpindahan panas, meningkatkan endapan kerak dan akan meningkatkan kehilangan panas. Hasil analisis dari tiap parameter menunjukkan air yang digunakan untuk menghasilkan panas pada boiler masih berada dalam batas standar yang ditetapkan. Saat parameter air boiler terlampaui tinggi maka dilakukan *blowdown*. *Blowdown* merupakan salah satu proses pembuangan air yang dilakukan untuk menjaga kadar TDS di dalam boiler dan pengendalian hasil pengendapan yang menghasilkan kerak (Agus & Muhammad, 2015). Pada parameter TDS rerata yang didapatkan sebesar 1433 ppm (Tabel 12)

Pengukuran parameter Hardness pada air boiler dari Pabrik Kelapa Sawit menunjukkan bahwa parameter T. Hardness air boiler sesuai dalam parameter yang ditetapkan oleh Pabrik Kelapa Sawit yaitu *Trace* atau nol (<5 mg/L). Hardness menunjukkan sifat air yang mengandung ion-ion kalsium dan magnesium. Jika kesadahan total pada air umpan boiler melebihi dari 5

mg/L akan terbentuk kerak pada boiler. Hal ini dikarenakan bahwa standar nilai kesadahan total untuk air umpan boiler adalah 5 mg/L. Apabila kesadahan total pada air umpan boiler lebih dari 5 mg/L maka akan menyebabkan terbentuknya kerak pada boiler yang disebabkan oleh adanya pengendapan

Kualitas air pengisi boiler yang baik dapat membantu proses perpindahan kalor dengan mudah dan cepat. Efisiensi boiler merupakan prestasi kerja atau tingkat unjuk kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan energi yang diserap oleh fluida kerja di dalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air dengan parameter diantaranya Silika ( $\text{SO}_3$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), dan Silica Dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Penambahan bahan – bahan kimia tersebut dilakukan untuk menghindari terjadi kerak, korosi, dan carry over.

Tabel 12. Parameter pengamatan pada Boiler

TANGGAL	Boiler						Fe	Alk 1	Alk 2	Alk 3
	pH	TDS	TH	SO3	PO4	SIO2				
09.08.2021	10,97	600	0	21	31	33	0,50	110	150	170
10.08.2021	11,10	900	0	20	32	33	0,50	120	140	100
11.08.2021	11,19	1100	0	22	35	33	0,50	140	150	120
12.08.2021	11,25	1200	0	23	36	33	0,50	130	120	140
13.08.2021	11,12	975	0	22	34	33	0,50	126	154	140
14.08.2021	11,29	1400	0	41	19	38	0,42	170	200	140
15.08.2021	11,39	1800	0	44	28	38	0,42	210	240	170
16.08.2021	11,40	1800	0	41	30	38	0,42	200	240	160
17.08.2021	11,41	1800	0	43	33	38	0,42	218	250	170



TANGGAL	Boiler						Fe	Alk 1	Alk 2	Alk 3
	pH	TDS	TH	SO3	PO4	SIO2				
18.08.2021	11,25	1600	0	45	29	38	0,42	200	220	180
19.08.2021	11,35	1500	0	47	35	39	0,42	210	260	160
20.08.2021	11,35	1658	0	44	29	38	0,42	198	231	180
21.08.2021	11,21	1300	0	35	32	33	0,61	200	240	160
22.08.2021	11,25	1300	0	33	31	33	0,61	210	250	170
23.08.2021	11,24	1200	0	31	31	33	0,61	190	250	150
24.08.2021	11,28	1300	0	38	33	33	0,61	170	210	130
25.08.2021	11,26	1600	0	40	30	33	0,61	180	220	140
26.08.2021	11,42	1700	0	40	36	42	0,94	210	150	170
27.08.2021	11,38	1500	0	37	35	42	0,94	200	220	150
28.08.2021	11,30	1200	0	34	33	42	0,94	200	230	170
29.08.2021	11,22	1300	0	36	32	42	0,94	160	160	160
30.08.2021	11,35	1500	0	31	33	30	0,69	220	260	180
31.08.2021	11,42	1800	0	35	37	30	0,69	250	310	190
01.09.2021	11,35	1700	0	40	44	30	0,69	290	370	210
02.09.2021	11,36	1600	0	30	36	56	0,45	250	310	190
03.09.2021	11,38	1700	0	32	41	55	0,50	260	320	200
04.09.2021	11,41	1675	0	33	41	56	0,47	246	301	191
Rerata	11,29	1433	0	34,74	33,18	37,85	0,58	195	228	162

Berdasarkan hasil dari (Tabel 12) menunjukkan hasil yang sesuai dengan standar parameter air boiler yang ditetapkan oleh Pabrik Kelapa Sawit. Rerata SO<sub>3</sub> (silica) sebesar 33 ppm. Hasil rerata yang diperoleh masih standar, tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi. Ketika kadar silica terlalu tinggi disebabkan karena pengolahan air pada proses demineralisasi yang tidak sempurna, dimana jika kita ketahui kadar silica tinggi disebabkan karena resin pada tabung anion sudah jenuh, sehingga pertukaran anion tidak sempurna, apabila resin telah jenuh, maka perlu dilakukan regenerasi untuk mengaktifkan resin itu kembali, dan jika kadar silica terlalu tinggi harus

dilakukan blowdown. Blowdown bertujuan untuk mengurangi pembentukan kerak (scale) yang terjadi dalam ketel uap (Simanulang, 2009).

Hasil rerata pada parameter fosfat ( $\text{PO}_4$ ) sebesar 41 ppm. Penambahan fosfat diperlukan untuk menjaga Ph, konduktivitas dan sebagai anti karat dengan cara mengikat silica dan pengotor – pengotor lain di boiler sehingga uap yang dihasilkan bebas dari pengotor – pengotor atau kontaminan. Kadar fosfat yang diperoleh dari hasil analisa sampel selama 27 hari telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Pabrik Kelapa Sawit. Hal ini dapat terjadi karena air yang digunakan pada pengoperasian boiler telah mengalami proses pengolahan terlebih dahulu, yaitu melalui resin penukar ion (penukar kation dan penukar anion), sehingga air yang masuk ke dalam boiler adalah air yang sudah murni/air bebas mineral (*demineralized water*). Setelah masuk ke dalam sistem operasi, pengolahan air akan dilakukan dengan penambahan bahan kimia seperti hidrazin, natrium klorida dan fosfat. Bila kadar fosfat terlalu rendah maka akan menyebabkan korosi dan pembentukan deposit sehingga efisiensi boiler menurun, sedangkan bila kadar fosfat terlalu tinggi akan menyebabkan kerak sehingga menghasilkan panas yang tidak merata pada boiler dan energi yang dibutuhkan untuk memanaskan boiler tinggi.

Parameter selanjutnya yaitu Silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Berdasarkan (Tabel 12) rerata yang .didapat pada parameter Silika dioksida sebesar 56 ppm. Hasil tersebut masih sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Pabrik Kelapa

Sawit. Keberadaan silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dalam air boiler dapat meningkatkan pembentukan kerak silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang keras yang sulit di hilangkan di pipa-pipa boiler dan pipa uap. Hal tersebut dapat mengakibatkan pemanasan yang terlokalisasi, sehingga perpindahan panas yang terjadi tidak optimal. Silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang terbawa uap akan mengendap pada suhu rendah di blade turbin sehingga turbin tersumbat dan berkurang efisiensinya.

Pengukuran parameter Besi (Fe) pada air boiler Pabrik Kelapa Sawit menunjukkan rerata sebesar 0,47. Hasil analisa kadar besi pada air boiler di Pabrik Kelapa Sawit sudah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Pabrik Kelapa Sawit. Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/L.

Hasil analisis Tabel 12 pengukuran parameter Alkalinity pada air boiler dari Pabrik Kelapa Sawit, masing - masing yaitu 246 ppm, 301 ppm, dan 191 ppm. Dari hasil analisis yang menunjukkan alkalinitas total air boiler pada dari Pabrik Kelapa Sawit masih dalam standar parameter yang ditetapkan oleh dari Pabrik Kelapa Sawit. Alkalinitas (*alkalinity*) adalah salah satu parameter penentu kualitas air. Hal ini karena beberapa masalah muncul ketika nilai alkalinitas terlampau tinggi seperti efek foaming dan *carry over*, lebih lanjutnya dapat memunculkan kerak (*scaling*) pada sistem boiler terutama pada turbin. Oleh karena itu, perlu adanya pengecekan pada parameter alkalinity dari air boiler (Siti, 2021).

a. Bahan kimia pada internal treatment

Setelah air melewati proses eksternal treatment, air akan memasuki fase internal treatment yang dimulai dari sand filter hingga softener. Bahan kimia yang digunakan adalah oksigen scavenger yang terdiri dari N 2811, N 3273, N 2584 dan NaCl. N 2811 merupakan bahan kimia yang mengandung senyawa sulfite yang berfungsi sebagai pengikat oksigen yang lolos dari dearator. N 3273 merupakan bahan kimia yang berfungsi sebagai pengikat senyawa phosphate yang terikat dalam air umpan untuk menghindari korosi pada ketel dan pipa dalam ketel dan menghambat kerak. Sedangkan N 2584 merupakan bahan kimia yang mengandung sodium hidroksida dan potassium hidroksida yang berfungsi sebagai alkalinity booster.

Tabel 13. Kebutuhan bahan kimia pada internal treatment

Tanggal	Bahan Kimia Int Treatment					
	N 2811 (Senyawa Sulfite)		N 3273 (Senyawa Phosphate)		N 2584 (Alkalinity Booster)	
	Kg	Ppm	Kg	Ppm	Kg	Ppm
09.08.2021	3,00	3,94	1,00	1,31	2,00	2,62
10.08.2021	3,00	4,17	1,00	1,39	2,00	2,78
11.08.2021	3,00	4,39	1,00	1,46	2,00	2,92
12.08.2021	3,00	4,61	1,00	1,54	2,00	3,07
13.08.2021	3,00	4,63	1,00	1,54	2,00	3,09
14.08.2021	3,00	4,01	1,00	1,34	2,00	2,67
15.08.2021	3,00	5,51	1,00	1,84	2,00	3,68
16.08.2021	3,00	4,09	1,00	1,36	2,00	2,73
17.08.2021	3,00	4,10	1,00	1,37	2,00	2,74
18.08.2021	3,00	4,21	1,00	1,40	2,00	2,81
19.08.2021	3,00	4,76	1,00	1,59	2,00	3,17

Tanggal	Bahan Kimia Int Treatment					
	N 2811 (Senyawa Sulfite)		N 3273 (Senyawa Phosphate)		N 2584 (Alkalinity Booster)	
	Kg	Ppm	Kg	Ppm	Kg	Ppm
20.08.2021	3,00	4,42	1,00	1,47	2,00	2,95
21.08.2021	3,00	4,42	1,00	1,47	2,00	2,95
22.08.2021	3,00	11,67	1,00	3,89	2,00	7,78
23.08.2021	3,00	5,27	1,00	1,76	2,00	3,51
24.08.2021	3,00	4,35	1,00	1,45	2,00	2,90
25.08.2021	3,00	6,58	1,00	2,19	2,00	4,39
26.08.2021	3,00	4,33	1,00	1,44	2,00	2,89
27.08.2021	3,00	4,69	1,50	2,35	2,00	3,13
28.08.2021	3,00	4,23	1,50	2,12	2,00	2,82
29.08.2021	1,50	4,36	0,75	2,18	1,00	2,91
30.08.2021	3,00	4,52	1,50	2,26	2,00	3,02
31.08.2021	3,00	5,83	1,00	1,94	1,00	1,94
01.09.2021	3,00	5,07	1,00	1,69	2,00	3,38
02.09.2021	3,00	4,13	1,00	1,38	2,00	2,75
03.09.2021	3,00	4,13	5,00	6,89	2,00	2,75
04.09.2021	3,00	5,43	1,00	1,81	2,00	3,62
Rerata	2,94	4,88	1,19	1,94	1,93	3,18

Sumber: Data primer 2021

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain :

1. Parameter yang mempengaruhi air umpan boiler yaitu pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), Alkalinitas, Hardness (Kesadahan).
2. Kualitas air baku (*Raw water*) dengan rerata parameter yang didapat yaitu rerata SiO<sub>2</sub> 13,3 ppm , rerata pH sebesar 6,98 , rerata TDS sebesar 215 ppm, rerata Turbidity 26,11 NTU, rerata FE 2,43 ppm, rerata Hardness 59 ppm. Turbidity tidak memenuhi standar.
3. Kebutuhan bahan kimia pada pengolahan air eksternal PAC yang dihasilkan selama 1 bulan sebesar 94,81 kg/hari dengan dosis optimum 50,11 ppm. Kebutuhan bahan kimia Soda ash rerata 65,44 kg/hari dengan dosis optimum 34,40 ppm. Kebutuhan bahan kimia Polymer rerata sebesar 2,87 kg/hari dengan dosis optimum 1,53 ppm.
4. Kebutuhan bahan kimia pengolahan *internal treatment* menggunakan bahan kimia N 2811 (Senyawa *Sulfite*) rerata 2,94

kg/hari dengan dosis optimum 4,88 ppm. Kebutuhan bahan kimia N 3273 (Senyawa *Phosphate*) rerata 1,19 kg/hari dengan dosis optimum 1,94 ppm. Kebutuhan bahan kimia N 2584 (Alkalinity Booster) rerata 1,93 kg/hari dengan dosis optimum 3,18 ppm.

5. Kualitas air boiler yang dicapai yaitu dengan rerata parameter yang didapatkan yaitu pH rerata 11,29, TDS rerata 1433 ppm, Hardness rerata 0 ppm, SO<sub>3</sub> rerata 34,74 ppm, PO<sub>4</sub> rerata 33,18, SiO<sub>2</sub> d rerata 37,85, FE rerata 0,58 ppm. Parameter kualitas air boiler memenuhi standar yang berlaku.

## **B. Saran**

Untuk menghindari terjadinya penurunan efisiensi boiler, perlu diadakan peninjauan/evaluasi boiler secara berkala agar tidak menyebabkan korosi pada bejana dan pipa, sehingga tidak menimbulkan kerak pada boiler.

## DAFTAR PUSTAKA

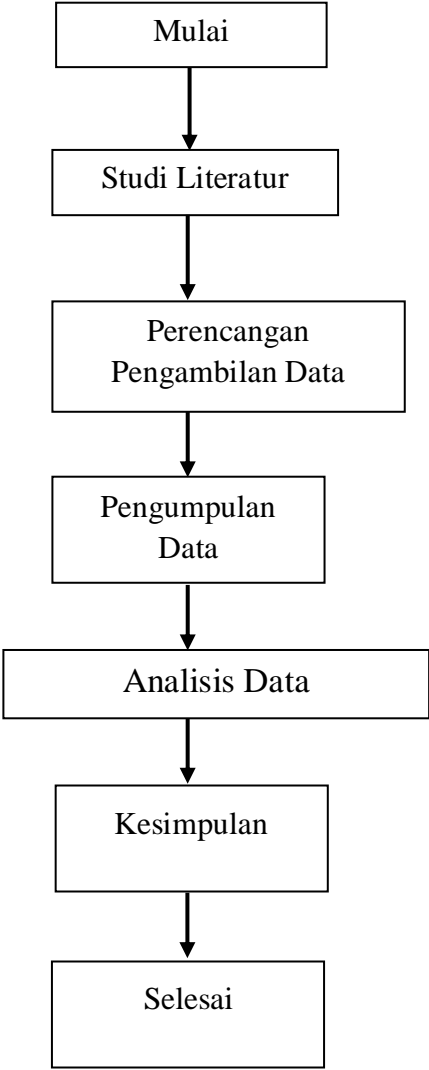
- Agus & Mohammad. 2015. Rancang Bangun Sistem Wastafel otomatis berbasis Arduino uno dengan menggunakan sensor fotolida. Jurusan FIP Fisika Universitas Anad alas
- Amri, Khairul. 2018. Pengaruh Penambahan PAC (Poly Aluminium Choride) dan Soda Ash Terhadap pH, Turbiditas dan TDS (Total Dissolved Solids) Pada Air Baku PDAM Tirtanadi Martubung Medan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ariyansah, R., Rahardja, I. B., & Gamayel, A. 2020. Analisis desain static mixer pipe untuk meningkatkan proses koagulasi di eksternal water treatment plant (wtp). *Jurnal asiimetrik: jurnal ilmiah rekayasa & inovasi*, 2(2), 95-106. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v2i2.1386>
- Dewa, E., dan Pasaribu, R. 2020. Analisis Kandungan Silikon Dioksida (SiO<sub>2</sub>) Pasir Pantai Koka Kabupaten Sikka dengan Metode Ekstraksi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM*, 2 : 76 – 79.
- Effendi, A., Hellgardt, K., Zhang, Z. G., & Yoshida, T. (2003). Characterisation of carbon deposits on Ni/SiO<sub>2</sub> in the reforming of CH<sub>4</sub>–CO<sub>2</sub> using fixed-and fluidised-bed reactors. *Catalysis Communications*, 4(4), 203-207.
- Eonchemical. 2021. pH air boiler. <https://www.eonchemicals.com/artikel/ph-air-boiler-perlu-dijaga/>. Diakses pada tanggal 10 September 2022.
- Ewusi, A., Ahenkorah, I., & Aikins, D. 2021. Modelling Of Total Dissolved Solids In Water Supply Systems Using Regression And Supervised Machine Learning Approaches. *Applied Water Science*, 11(2), 1-16.
- Fatimura, M. 2016. Study Analisa Kualitas Air Boiler menggunakan Standar American Society of Mechanical Engineers (ASME). 1(1) : 49 – 57.
- Gabriel, Y. 1999. Organizations In Depth: The Psychoanalysis Of Organizations. *Organizations In Depth*, 1-352.
- Hudori, M. 2015. Analisis Akar Penyebab Masalah Variabilitas Free Fatty Acid (FFA) pada Crude Palm Oil (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit. In *Proceeding Operational Excellence Conference–2nd* (pp. 185-192).
- Joko, T. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta : Graha Ilmu.



- Kamal. 2019. Penetapan Metode Identifikasi Kualitas Air Pada FireTube Boiler - Studi Kasus Boiler Pabrik Biodiesel UTHM. *Jurnal Teknik Terpadu*. 11(5), 86-95.
- Rahardja, I.B., Siregar, A.L., Br Sihotang, A.W.L. Pengaruh Penggunaan Soda Ash terhadap Parameter Ph dan Turbidity pada Eksternal Water Treatment (Studi Kasus di Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) XYZ, Kalimantan Utara). *Jurnal Teknologi*. 12 (1) : 10 – 22.
- Rusmono, I. M., & Nasution, I. Z. 2021. Sifat Fisik Dan Kimia Bahan Baku Industri. *Diakses Dari Http://Repository. Ut. Ac. Id Pada Tanggal, 9*.
- Schutte, F. (2006). *Handbook for the Operation of Water Treatment Works*. Pretoria: Water Utilisation Division, Departement of Chemical Engineering, University of Pretoria.
- Siahaan, Sherly. 2017. Perhitungan Jumlah Bahan Kimia Pada Eksternal Water Treatment. Bekasi: Politeknik kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.
- Silviani, Y. S. (2020). Efektivitas Arang Tempurung Kelapa Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Cod Limbah Cair Pabrik Tahu Madiun (Doctoral Dissertation, Poltekkes Kemenkes Surabaya).
- Siti, S. 2021. Uji Kualitas Air Boiler Pada Proses Pengolahan Tandan Buah Segar Di Pabrik Kelapa Sawit (Doctoral Dissertation, Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam).
- Siti. (2021). Uji Kualitas Air Boiler pada Proses Pengolahan Tandan Buah Segar di Pabrik Kelapa Sawit (Doctoral dissertation, Matematika dan ilmu pengetahuan alam).
- Suharty, N.S . 2007. *Rekayasa Polimer Menggantikan Bahan Tradisional*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Suharty, N.S . 2007. *Rekayasa Polimer Menggantikan Bahan Tradisional*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sutapa, I.D.A. 2014. Perbandingan Efisiensi Koagulan Poli Aluminium Khlorida dan Aluminium Sulfat dalam Menurunkan Turbiditas Air Gambut dari Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. *Ris.Geo.Tam*, 24(1) : 13 – 21.
- Volara W, Nasution R.S. 2021. Uji Kualitas Air Boiler pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit di PT.X. AMINA. 3(1): 24 -29.
- Winardi, W., Azmeri, A., & Masimin, M. 2020. Kajian Kinerja Sistem Irigasi Di Daerah Irigasi Pandrah Kabupaten Bireuen. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 3(2), 158-165.

# LAMPIRAN

**Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian**



**Lampiran 2. Gambar Analisa Efektifitas Proses Pengolahan Air Umpan Boiler**



### Lampiran 3. Rumus Perhitungan

- a. Efektivitas pengolah Eksternal

$$\frac{\text{Turbidity awal (Water Intake)} - \text{Turbidity Akhir (Sand Filter)}}{\text{Turbidity Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{27 - 0}{27} \times 100\% = 100\%$$

- b. Efektivitas Softner (*hardness*)

$$\frac{\text{Hardness awal} - \text{Hardness output softener}}{\text{Hardness awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{59 - 0,07}{59} \times 100\%$$

$$= 99,88\%$$