

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pabrik kelapa sawit yang merupakan salah satu industri hasil pertanian yang merupakan perusahaan industri yang bergerak dibidang pengolahan bahan baku Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit dengan tujuan memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *palm kernel* (PK) sebagai produk utama dan kemudian akan diolah untuk menjadi bahan baku industri hilir seperti akan menjadi campuran dalam produk kosmetik, sabun dan cat. Dalam sebuah pabrik industri, dibutuhkan beragam perangkat dan komponen yang fungsinya berkaitan satu sama lain. Salah satu dari perangkat penting tersebut merupakan *boiler*. *Boiler* memiliki fungsi untuk menghasilkan uap atau panas yang diperlukan dalam berbagai industri seperti, pabrik listrik tenaga uap, pabrik gula, pabrik karet, pabrik farmasi, pabrik makanan dan minuman.

PT. Sapta Sentosa Jaya Abadi (SSJA) merupakan pabrik kelapa sawit swasta dengan kapasitas olah sebanyak 30 ton/jam. Konsep pengolahan kelapa sawit yang diterapkan masih tetap pada tahapan proses pada umumnya seperti perebusan, pembantingan (*thresher*), pengepresan, pemurnian minyak (*clarification*) dan pemisahaan inti sawit (*claybath*). Untuk menjalankan setiap proses maka membutuhkan tenaga listrik dengan menggunakan uap dari *boiler* dimana, *boiler* pada pabrik ini memiliki tekanan sebanyak 24 bar. Pada pabrik kelapa sawit air yang digunakan berasal dari air sungai yang terdekat dengan lokasi pabrik. Air yang akan masuk kedalam *boiler* harus diolah untuk menyesuaikan kualitas sumber air dengan kualitas kegunaannya dari air umpan *boiler* diubah menjadi air *boiler*. Jika tekanan tidak mencapai 24 bar maka, tahapan proses pembuatan minyak akan terhambat. *Boiler* yang digunakan pada pabrik kelapa sawit yaitu jenis *boiler* pipa air.

Pada umumnya *boiler* yang digunakan pada pabrik kelapa sawit adalah *boiler* yang menghasilkan *superheated steam*, dimana *steam* ini pertama kali digunakan untuk memutar turbin sebagai pembangkit listrik. Bahan bakar yang digunakan pada *boiler* adalah *fiber* (serabut), jika *steam* yang dibutuhkan cukup

banyak maka pabrik akan menambahkan *shell* (Cangkang) untuk bahan bakar *boiler* sehingga tekanan *boiler* meningkat. Serabut dan cangkang adalah produk sampingan yang berkelanjutan dari pabrik kelapa sawit sehingga semakin banyak TBS yang dibutuhkan semakin banyak bahan bakar yang dibutuhkan. Pada suatu proses industri *boiler* harus dijaga agar effisiensinya cukup tinggi. Maka dari itu penting untuk menjaga kualitas air yang diumpankan untuk *boiler*, karena akan berhubungan dengan effisiensi dari *boiler* itu sendiri.

*Steam* dengan tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang dimanfaatkan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu sistem. Ketika air dididihkan hingga menjadi *steam*, maka volumenya meningkat sebesar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyamai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem *boiler* adalah peralatan yang harus diatur dan dijaga dengan sangat baik. Air umpan *boiler* sering mengandung beberapa tingkat pengotor, seperti padatan tersuspensi dan padatan terlarut. Kotoran dapat terendap dan menumpuk di dalam *boiler* dalam waktu yang lama. Peningkatan konsentrasi padatan terlarut dapat menyebabkan suatu hambatan air *boiler* menjadi *steam* sehingga menyebabkan kerusakan pada perpipaan, *steam trap* bahkan peralatan proses. Jika air dididihkan dan menghasilkan *steam*, padatan terlarut yang terdapat dalam air akan tinggal di *boiler*. Jika terdapat banyak padatan yang berada didalam air umpan, padatan tersebut akan terpekatkan dan akhirnya akan mencapai suatu tingkat dimana kelarutannya dalam air akan terlampaui dan akan mengendap.

Diatas tingkat konsentrasi tertentu, padatan dapat mendorong terbentuknya busa dan menyebabkan terbawanya air ke *steam*. Endapan juga mengakibatkan terbentuknya kerak di bagian dalam *boiler*, yang mengakibatkan pemanasan menjadi berlebih dan akhirnya menyebabkan kegagalan pada pipa *boiler*. Oleh karena itu penting untuk mengendalikan tingkat konsentrasi padatan dalam suspensi dan yang terlarut dalam air yang dididihkan. Hal ini dicapai oleh proses yang disebut *blowdown*, dimana sejumlah volume air tertentu dikeluarkan dan secara otomatis diganti dengan air umpan. Dengan demikian akan tercapai tingkat optimum total padatan terlarut (TDS) dalam air *boiler* dan membuang padatan yang sudah rata keluar dari larutan dan yang cenderung tinggal pada permukaan *boiler*.

Pada PT. SSJA air yang digunakan sebagai pengisi air *boiler* serta untuk proses pengolahan lainnya berasal dari air sungai. Air tersebut harus dilakukan proses pengolahan untuk membuang kandungan mineral yang berada didalam air. Air yang telah memenuhi standar dapat digunakan untuk keperluan industri. Air yang akan digunakan sebagai air *boiler* harus memiliki nilai TDS yang ditetapkan yaitu dengan nilai maksimal 2100 ppm. Jika sudah mencapai nilai maksimal maka segera dilakukan *blowdown* untuk menghindari terjadinya kerusakan pada *boiler*, seperti akan menyebabkan terjadinya pemanasan yang tidak maksimal, menyebabkan adanya kerak pada pipa *boiler*. Hal ini menyebabkan terjadinya kinerja *boiler* menjadi tidak efektif untuk memanaskan air yang akan diubah menjadi uap.

*Blowdown* penting untuk melindungi permukaan penukar panas pada *boiler*. Walau demikian, *blowdown* dapat menjadi sumber kehilangan panas yang cukup berarti, jika dilakukan secara tidak benar, hal ini perlu dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian air umpan, bahan bakar serta kehilangan energi dan juga dapat menghemat biaya pemeliharaan serta biaya produksi di pabrik kelapa sawit. Perusahaan untuk mempertahankan dan memperbaiki kualitas produksinya dengan cara menerapkan pengendalian kualitas agar produksi yang tepat dan optimal agar kualitas produksi semakin meningkat dengan menggunakan metode SPC untuk memastikan bahwa semua proses yang dilakukan sesuai dengan standart. Atas dasar tersebut maka penulis tertarik untuk membahasnya dimana: **“Analisa Efektivitas *Blowdown Rate* dan *Blowdown Time* Pada *Boiler* Kapasitas 24 Ton/Jam Dengan Metode *Statistical Process Control* (SPC)”**

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang diteliti dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana efektivitas terhadap *blowdown rate* dan *blowdown time* pada *boiler*?
2. Apa faktor yang mempengaruhi efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time*?

### **1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* terhadap *boiler* kapasitas 24 ton/jam dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC)
2. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* terhadap *boiler* kapasitas 24 ton/jam dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC)

#### **1.3.2 Manfaat Penelitian**

1. Dapat Memahami dan Mengetahui Efektivitas *Blowdown Rate* Dan *Blowdown Time* Pada *Boiler* Pada *Boiler* Kapasitas 24 Ton/Jam Dengan Metode *Statistical Process Control* (SPC)
2. Dapat Memahami Dan Mengetahui Faktor Yang Mempengaruhi Efektivitas *Blowdown Rate* Dan *Blowdown Time* Pada *Boiler* Kapasitas 24 Ton/Jam Dengan Metode *Statistical Process Control* (SPC)

### **1.4 Batasan Masalah dan Asumsi**

#### **1.4.1 Batasan Masalah**

Untuk mempermudah dalam penyusunan dan tidak terjadi penyimpangan dalam melakukan penelitian, maka laporan ini dibatasi pada masalah bahwa :

1. Penelitian dilakukan di PMKS PT. SSJA, Gampong Alue Kuyun, Meulaboh-Aceh Barat
2. Metode yang digunakan penelitian ini hanya uji statistika dengan metode SPC (*Statistical Process Control*)
3. Penelitian hanya pada efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* pada *boiler* kapasitas 24 ton/jam

### 1.4.2 Asumsi

Membahas permasalahan yang dihadapi di gunakan beberapa asumsi untuk memudahkan pemecahan masalah yaitu :

1. Sampel air yang diambil pada musim yang sama untuk dilakukan pada proses analisa TDS
2. Data yang diperoleh data yang berhubungan dengan pemecahan masalah dianggap terpercaya dan Proses kerja dianggap berjalan lancar dan kegiatan perusahaan baik.
3. Fasilitas-fasilitas yang mendukung proses kerja dianggap tidak berubah atau dianggap tetap.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk menggambarkan secara garis besar batas dan luasnya penelitian, maka berikut ini diberikan suatu gambaran ringkas tentang sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan skripsi adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi yang digunakan, serta sistematika penulisan skripsi.

#### **BAB II STUDI PUSTAKA**

Menjelaskan tentang beberapa teori yang mendukung pemecah masalah penelitian. Teori yang digunakan berkaitan dengan efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* pada *boiler* kapasitas 24 ton/jam.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini terdiri dari bagaimana cara yang akan digunakan dalam memecahkan masalah yang ada dalam penelitian berupa langkah-langkah yang terdiri tempat dan waktu penelitian, jenis penelitian, variable penelitian, data dan sumber data, kerangka konseptual, teknik pengolahan data serta teknik analisis data.

**BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini membahas tentang pengumpulan data baik data primer dan data sekunder yang diperoleh dan yang diperlukan dalam pemecahan masalah.

**BAB V ANALISA DAN EVALUASI**

Pada bab ini berisi tentang analisa terhadap hasil pengolahan data dan dilakukan pembahasan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi dan mengevaluasi hasil yang didapat.

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab terakhir ini dibahas tentang kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan berisi tentang saran untuk perusahaan dan para pembaca.

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

Air merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Selain, untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci, mandi, dan sanitasi, air juga dibutuhkan dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan pada aktivitas ekonomi dan sosial, seperti industri, rumah sakit, perhotelan, perdagangan, perkantoran, dan pendidikan (sekolah). Selain untuk keperluan sehari-hari rumah tangga, air juga dibutuhkan dalam jumlah besar untuk keperluan industri dan merupakan salah satu faktor pembatas dalam aktivitas industri. Berbagai jenis industri seperti agroindustri atau industri pengolahan pangan yang merupakan penggunaan air dalam jumlah yang besar. Jenis penggunaan air dalam industri dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok, yaitu air untuk keperluan umum, air proses, air pendingin, dan air umpan *boiler*. Air umpan *boiler* memerlukan perlakuan khusus untuk menghilangkan kesadahan. Jika air ini tidak bersentuhan dengan makanan, maka tidak harus memenuhi syarat layak minum. Air umpan *boiler* dengan tekanan tinggi memerlukan air dengan persyaratan lebih ketat, yaitu memerlukan pengolahan untuk menyisihkan semua atau hamper semua padatan terlarut atau demineralisasi. (Suprihatin dan Ono Suparno, 2013:1 – 4)

Pabrik kelapa sawit membutuhkan air bersih untuk pengolahannya. Air umpan *boiler* membutuhkan kemurnian yang memenuhi persyaratan air minum. Sumber air untuk kualitas tersebut sudah jarang di jumpai di perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, diperlukannya *water treatment* (pengolahan air) pada pabrik kelapa sawit agar air yang digunakan memenuhi standar. Dengan kata lain, proses *water treatment* sesungguhnya adalah proses pengolahan air untuk mengurangi dan menghilangkan pengotor yang terdapat dalam air sehingga memenuhi syarat-syarat mutu air yang diperlukan dalam penggunaannya. Air baku yang digunakan di pabrik kelapa sawit diperoleh dari pengolahan air sungai. (Maruli, 2014 :166)

Air yang merupakan bahan penolong yang sangat penting dalam pengolahan produksi minyak mentah (CPO). Air berfungsi sebagai umpan *boiler* untuk menjalankan turbin, untuk pengolahan, pembersihan pabrik, dan untuk

kebutuhan rumah tangga (air minum, air mandi, dan lainnya). Air pengolahan digunakan bersamaan dengan bahan kimia seperti tawas/alumunium sulfat (12-40 Kg/ton TBS), soda ash (60-70 g/ton TBS). Dosis bervariasi sesuai dengan kualitas air baku yang digunakan. Untuk keperluan PKS (Pabrik Kelapa Sawit) air dibutuhkan sebanyak 1,2-1,3 m<sup>3</sup>/ton tandan buah segar yang diolah. Air umpan *boiler* memerlukan persyaratan tertentu. Tujuannya, agar tidak terjadi atau hanya terjadi seminimalnya pengendapan zat-zat padat yang terlarut dalam air *boiler* dan dapat membentuk kerak pada pipa atau drum *boiler* dan juga tidak terjadi korosi. (Maruli, 2017 :271)

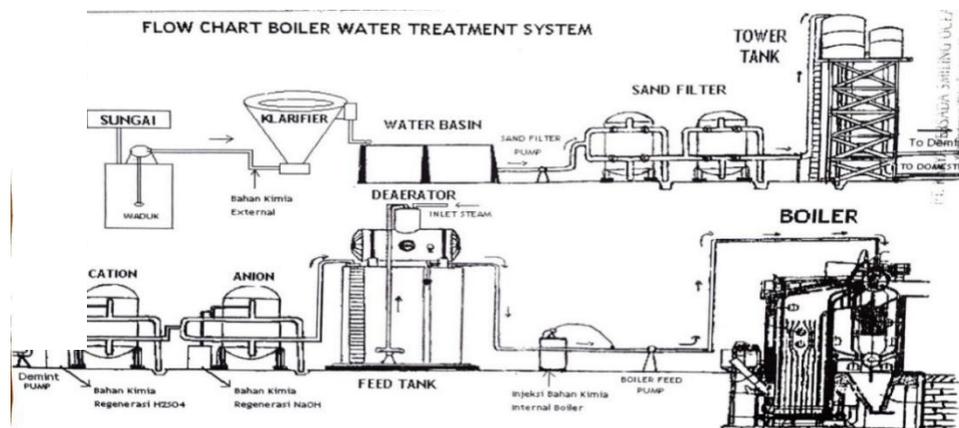
## 2.2 Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Pabrik kelapa sawit membutuhkan air bersih untuk pengolahan dan kebutuhan rumah tangga. Air umpan *boiler* membutuhkan kemurnian yang memenuhi persyaratan air minum. Sumber air untuk kualitas tersebut sudah jarang dijumpai di perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, diperlukan *water treatment* (pengolahan air) pada pabrik kelapa sawit agar air yang digunakan dapat memenuhi standar. Dengan kata lain, proses *water treatment* sesungguhnya adalah proses pengolahan air untuk mengurangi dan menghilangkan pengotor yang terdapat dalam air sehingga memenuhi syarat mutu air yang diperlukan dalam penggunaannya. Air baku yang digunakan pada pabrik kelapa sawit diperoleh dari pengolahan air sungai. Jenis pengotor atau *impurities* yang terdapat dalam air dapat berupa padatan (lumpur), padatan yang tidak dapat larut (pasir dan sampah), gas-gas terlarut (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>S), mikroorganisme (bakteri dan ganggang), serta garam-garam yang terionisasi. (Maruli Pardamean, 2014:166)

Proses pengolahan air dimulai dari pemompaan air bahan baku dari sungai, kemudian dialirkan ke kolam sedimentasi atau *clarifier tank*, dimana sebelum diinjeksikan bahan kimia berupa alumunium sulfat dan soda ash oleh *chemical dosing pump*. Bahan kimia tersebut akan mempercepat terjadinya pengendapan dan mendapatkan pH air yang sesuai. Dalam kolam sedimen maupun *clarifier tank*, terdapat terjadinya pemisahan secara gravitasi, partikel besar, lumpur, dan pasir yang akan mengendap didasar kolam tangki. Air yang berada pada bagian atas akan dialirkan secara *overflow* ke kolam *clarifier*. Dalam *clarifier tank*, terjadi

pengendapan partikel yang lebih halus dan lolos dari proses pertama. Kebutuhan bahan kimia untuk penjernihan air dapat diketahui melalui *jar test*. Setelah air diendapkan maka akan dipompakan ke *sand filter* menuju *tower filtered water tank*.

Melalui *sand filter* kotoran halus akan tersaring sehingga air yang keluar sudah memenuhi standar air minum. Untuk penggunaan air *boiler* air akan dilakukan pengolahan lebih lanjut, hal ini dikarenakan masih mengandung zat padatan terlarut (garam kalsium, magnesium, dan silika). Zat tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu melalui pertukaran ion (*ion exchanger*). Pada proses ini dilakukan penambahan zat kimia untuk memenuhi kebutuhan air *boiler* dan menjaga atau mencegah terjadinya kerak, korosi, dan terjadi pembentukan deposit yang dapat memperkecil diameter pipa *boiler*. Bahan kimia yang digunakan seperti, *catalized sulfide* yang berfungsi untuk mengikat oksigen dan gas lain yang masih terikut didalam air *boiler* serta mencegah terjadinya korosi pada permukaan logam khususnya bagian dalam pipa dan drum *boiler*, kemudian *adjunck HCl* yang difungsikan sebagai pengontrol pH air *boiler*, dan yang terakhir *advantage* yang berfungsi untuk melindungi permukaan bagian dalam pipa dan drum dengan membentuk lapisan film sehingga terhindar dari korosi dan deposit. (Maruli, 2014:168)



Sumber : PT. SSJA – Aceh Barat

**Gambar 2.1** Pengolahan Air (*Water Treatment*)

### 2.3. *Boiler* (Ketel Uap)

*Boiler* merupakan sebuah bejana tertutup untuk pembentukan uap pada tekanan lebih besar dari 1 atmosfer atau 1 bar. Dengan memanaskan air di dalam tabung tertutup oleh gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di

dalam dapur ketel, maka akan menghasilkan uap panas yang bertekanan tinggi. Hasil dari pada ketel uap adalah uap yang bertekanan tinggi dan panas yang cukup tinggi yang selanjutnya tenaga panas dan tekanan uap itu diubah menjadi tenaga kecepatan (kinetis) untuk mendorong sudut jalan dan pada akhirnya memutar rotor turbin uap. Ketel uap adalah sebuah pengembangan dari berbagai percobaan dari tabung air yang dipanaskan dan menghasilkan uap panas yang bertekanan, dan mampu menjadi sumber tenaga untuk menggerakkan sesuatu pesawat uap yang berubah dari tenaga uap menjadi tenaga kinetis dan pada akhirnya menjadi tenaga Putar dan seterusnya. Ketel uap yang kita kenal saat ini secara umum dibagi dua yaitu itu:

- 1) Ketel uap yang menggunakan pipa api (*fire tubes steam boiler*) yaitu sebuah ketel yang menggunakan ratusan pipa untuk dilalui api atau gas panas yang memanaskan sejumlah air di balik dinding pipa api tersebut.
- 2) Uap yang menggunakan pipa air (*water tubes steam boiler*) sebuah ketel yang menggunakan ratusan atau ribuan pipa berisi air tawar yang terletak di dalam dapur dan di panaskan oleh sejumlah api dan gas panas dari dapur api tersebut.

Kedua jenis ketel uap tersebut secara prinsip cara kerjanya adalah sama saja hanya perbedaannya terletak dari pada fungsi pipa pipa tersebut, yaitu pipa berisi api dan pipa berisi air. Ketel uap merupakan sebuah pesawat bantu yang sangat sederhana dan pada kapal yang motor penggerak utamanya (*main engine*) menggunakan mesin diesel, maka fungsi ketel uap hanya merupakan pesawat bantu yaitu untuk menggerakkan turbin uap bantu, pompa, mesin uap, derek, pemanas (*heater*) dan lainnya. Namun pada kapal yang motor penggerak utamanya adalah turbin uap, maka ketel uap tersebut Selain sebagai pesawat bantu seperti tersebut di atas juga berfungsi sebagai pesawat uap yang menggerakkan turbin uap utama. Beberapa persyaratan ketel uap yang standar, antara lain :

1. Ketel uap dalam waktu tertentu harus dapat menghasilkan uap dengan berat tertentu dan tekanan harus lebih dari 1 atmosfer (*bar*). Uap yang dihasilkan harus sedikit mungkin mengandung kadar air, agar tidak cepat merusak sudu-sudu turbin uap.
2. Ketel uap yang dilengkapi dengan pemanas uap lanjut, maka pada pemakaian uap yang tidak tetap suhu tidak boleh banyak berubah dan harus dapat diatur

dengan mudah. Pada saat kapal sedang bergerak (*manouvere*) di mana pemakaian uap banyak berubah, maka tekanan uap diharapkan tidak boleh banyak berubah atau tekanan harus tetap.

3. Pemakaian uap harus sehemat mungkin dan dapat seimbang antara pemakaian uap dengan produksi uap dari ketel uap tersebut. Pengoperasian ketel uap diharapkan sehemat mungkin pemakaian bahan bakarnya dan tenaga uap yang dipergunakannya. (Johan, 2014:10–13 )

#### **2.4 Sistem Pengolahan Air Pengisi Boiler**

Sistem pengolahan air minum berbeda dengan sistem pengolahan air umpan *boiler*. Proses pengolahan air minum mineral-mineral yang terkandung tidak akan dihilangkan. Sedangkan proses pengolahan air umpan *boiler* mineral-mineral yang terkandung didalam air harus dihilangkan. Jika komponen dalam air tidak dihilangkan terlebih dahulu maka saat proses pemanasan komponen dalam air akan mengendap didalam pipa *boiler*, akibatnya akan membuat kineja *boiler* kurang maksimal (Andhika, 2019:27).

Adapun jenis pengolahan air *boiler* terbagi atas pengolahan eksternal dan pengolahan internal, yaitu :

1. Pengolahan eksternal merupakan proses penghilangan kesadahan dan partikel asing dalam air. Pengolahan ini berupa pemberian obat pada air sebelum masuk kedalam *boiler* dan pengolahan ini dilakukan diluar dari *boiler*.
2. Pengolahan internal adalah pengkondisian air *boiler* dengan bahan kimia treatment dan pengaturan lainnya dengan tujuan agar korosi dapat dihindari dan kemurnian uap terjaga baik. Pengolahan ini adalah cara pemberian bahan kimia langsung kedalam *boiler* bersama dengan air pengisi *boiler*. (Andhika, 2019:27).

#### **2.5 Kendala Kinerja Pada Boiler**

Akibat dari kurangnya penanganan terhadap air umpan *boiler* maka akan menimbulkan masalah-masalah pada *boiler* sebagai berikut :

##### **1. Kerak**

Kalsium karbonat dan magnesium karbonat adalah penyebab kesadahan dan alkalinitas air. Senyawa yang berperah dalam pembentukan kerak. Salah satu

parameter yang menyebabkan pembentukan kerak ialah alkalinitas. Alkalinitas adalah kapasitas air untuk menetralkan asam. Penyusun alkalinitas ialah anion bikarbonat, karbonat, dan hidroksida. Pengaruh anion bikarbonat sangat besar dalam pembentukan kerak. Kerak dapat menyebabkan terhambatnya proses perpindahan panas dari dinding ke air pada *boiler*, menurunkan efisiensi *boiler*, terjadinya *overheating* (pemanasan yang berlebih) pada metal *boiler* dan juga dapat menyebabkan pecahnya pipa *boiler*. Adapun yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya pembentukan kerak yaitu, menjaga kualitas air umpan dengan cara pengolahan air umpan yang baik (menghilangkan *hardness*), dan melakukan pengolahan air *boiler* secara internal dengan program kimia yang cocok (*phosphate* dan *polymer dispersant*).

## 2. Korosi

Korosi dapat disebabkan oleh oksigen dan karbon dioksida yang terdapat dalam uap yang terkondensasi. Korosi merupakan peristiwa logam kembali kebentuk asalnya dialam misalnya besi menjadi oksida besi, alumunium dan lain-lain. Peristiwa korosi dapat terjadi disebabkan oleh, gas yang bersifat korosif, kerak dan deposit, perbedaan logam, dan pH yang terlalu rendah dan lain-lain. Akibat terjadinya peristiwa korosi ini dapat berupa penipisan dinding logam pada pipa dan drum *boiler* serta pecah/bocornya pipa *boiler*. Pencegahan yang diperlukan untuk menghindari peristiwa korosi ini yaitu dengan menghilangkan/mengurangi jumlah oksigen pada air umpan secara mekanik (dengan deaerator merupakan alat penghilang oksigen) dan secara kimia (dengan *oxygen scavenger*/pengikat oksigen).

## 3. Deposit

Deposit merupakan peristiwa penggumpalan zat dalam air umpan *boiler* yang disebabkan oleh adanya zat padat tersuspensi misalnya oksida besi, oksida tembaga dan lain-lain. Kerak merupakan bentuk deposit yang tetap berada pada permukaan *boiler* sedangkan *sludge* merupakan bentuk deposit yang tidak menetap atau deposit lunak. Deposit dapat menyebabkan beberapa masalah pada *boiler* seperti, terhambatnya proses perpindahan panas dari dinding ke air pada *boiler*, menurunnya efisiensi *boiler*, terjadinya *overheating*

(pemanasan yang berlebihan) pada metal *boiler* dan pecahnya pipa *boiler*. Terdapat beberapa cara pencegahan yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya deposit yaitu, Mengurangi korosi pada sistem kondensat dengan *condensate corrosion inhibitor*, Menggunakan *dispersant* untuk mencegah pengendapan dan penempelan oksida metal pada *boiler*, Melakukan pengolahan air umpan untuk mengurangi zat organik yang masuk dengan cara pengendapan secara kimia dan penyaringan.

#### 4. Terjadi Terbawanya Uap (*Steam Carry over*)

*Steam carry over* terjadi jika mineral dari *boiler* ikut keluar bersama dengan uap ke alat seperti *super heater*, turbin dan lainnya. *Steam carry over* dapat dihindari dengan menahan zat padat terlarut pada air *boiler* dibawah tingkat tertentu melalui suatu analisa sistematis dan kontrol pada pemberian zat kimia dan *blowdown*. *Carry over* karbon dioksida dapat mengembalikan uap dan asam terkondensasi. (Fatimura,2016:50-51)

### 2.6 Syarat Mutu Air Umpan *Boiler*

Secara umum air yang akan digunakan sebagai air umpan *boiler* adalah air yang tidak mengandung unsur yang menyebabkan terjadinya endapan yang dapat membentuk kerak pada *boiler*, air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan korosi terhadap *boiler* dan sistem penunjangnya juga tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya pembusakan terhadap air *boiler*. Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dihubungkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian, kualitas air yang diinginkan tergantung pada proses kegiatan itu sendiri, sebagai contoh seperti kualitas air untuk kebutuhan air minum akan berbeda dengan kualitas air untuk kebutuhan industri, secara umum kualitas air berhubungan dengan kandungan bahan yang terlarut didalamnya. Tingkat kandungan dari bahan tersebut akan menentukan kelayakannya (Agnes, 2018:9)

Oleh karena itu untuk dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* maka air baku dari sumber air harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu dan harus memenuhi persyaratan tertentu seperti pada Tabel 2.1 persyaratan air umpan *boiler*.

**Tabel 2.1** Syarat Mutu Air Umpan *Boiler*

TEST	AIR						
	Filter	Softener	Cation	Anion	Feed	Boiler	Kondensat
pH Value	≥ 6,5	≥ 6,5	≤ 4,5	7,5 – 9,5	6,5 – 9,5	10,5 – 11,5	7,5 – 8,5
P1 Alkalinity (CaCO <sub>3</sub> ) in ppm						≥ 300	
P2 Alkalinity (CaCO <sub>3</sub> ) in ppm						≥ 2,5 x silika	
T. Alkalinity (CaCO <sub>3</sub> ) in ppm						Max 700	
T. Hardness (CaCO <sub>3</sub> ) in ppm						Trace	Trace
Chloride (Cl) in ppm						Max 300	
Silika (SiO <sub>2</sub> ) in ppm						Max 150	Nihil
Iron (Fe) in ppm	≤ 0,1					Max 1,0	≤ 0,1
Tannin Indeks						12 – 16	
Phospat (Na <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) in ppm						30 – 50	
Sulfit ( Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) in ppm						30 – 50	
Conductivity in μhos	Minimal					Max 3000	Max 20
TDS in ppm	Minimal					Max 2100	Max 14
Concentration Factor (Cycle)						Maximal	
Turbidity in FTU	≤ 1,0					-	
Warna Air (Visual)	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih	Coklat (Tannin) Bening (Sulfit)	Jernih

Sumber : PT. SSJA - Aceh Barat

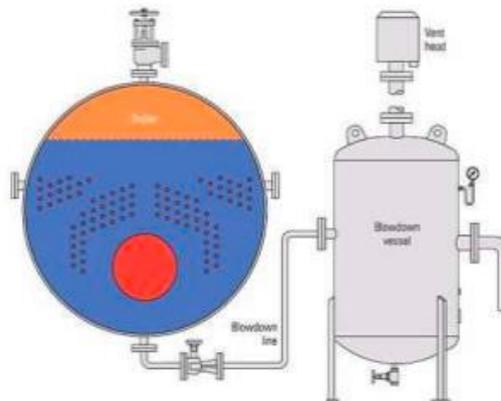
## 2.7 Boiler Blowdown

*Boiler blowdown* adalah pembuangan sebagian dari air dalam ketel uap yang telah tinggi konsentrasi TDS (*Total Dissolved Solid*) dan menggantikannya dengan air umpan ketel yang baru sehingga akan menurunkan konsentrasi *suspended* atau *dissolved solid* air dari ketel uap. Tujuannya adalah untuk mengendalikan air *boiler* terhadap parameter yang ditentukan antara lain untuk meminimalkan *scale*, *corrosion*, *carry over*, dan masalah khusus lainnya. *Blowdown* juga digunakan untuk menghapus endapan yang tidak diperlukan di dalam sistem dan juga sebagai pengontrol tekanan berlebih pada *boiler*. Endapan ini biasanya disebabkan oleh kontaminasi *feed water*, *internal precipitates* secara kimiawi, atau melampaui batas kelarutan garam. Akibatnya beberapa air *boiler* akan dibuang (*blowdown*) dan digantikan dengan *feed water* yang baru. Ada dua tipe *blowdown* yang umum digunakan pada sistem *boiler*, yaitu sebagai berikut :

### 1. Intermitten Blowdown

*Intermittent blowdown* digunakan untuk membuang lumpur berat yang mengendap pada dasar *boiler*, dilakukan beberapa detik dengan interval waktu tertentu. *Intermittent blowdown* dioperasikan secara manual menggunakan sebuah *valve* yang dipasang pada pipa pembuangan pada titik terendah *shell boiler* untuk mengurangi parameter (TDS atau konduktivitas, pH, konsentrasi silika dan fosfat) dalam batasan yang sudah ditentukan sehingga tidak

berpengaruh buruk terhadap kualitas *steam*. Jenis *blowdown* ini juga merupakan metode efektif untuk membuang padatan yang telah lepas dari larutan dan menempati pipa api serta permukaan dalam *shell boiler*.

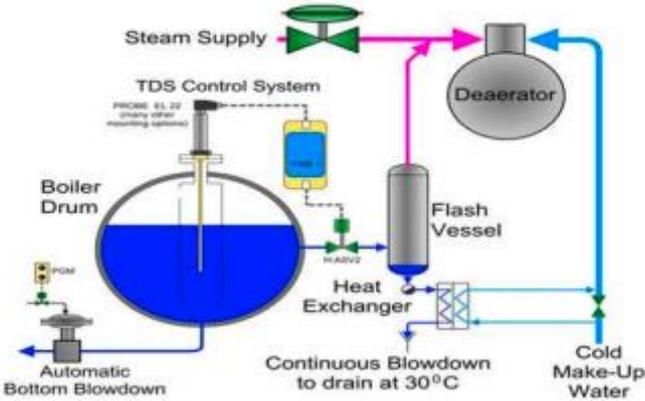


Sumber : *Thermodyne Boilers*

**Gambar 2.2** *Intermittent Blowdown*

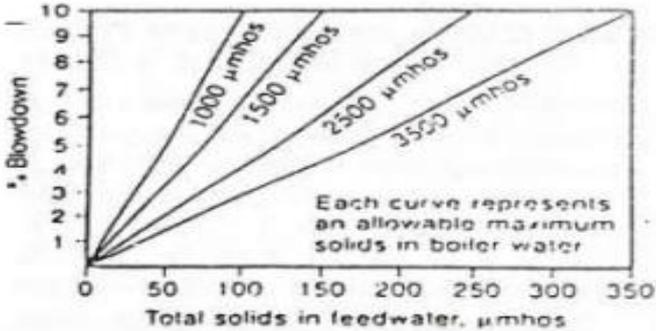
## 2. *Continuous Blowdown*

*Continuous blowdown* dilakukan dengan sistem mekanik dan dipasang untuk jangka panjang. Fungsi dari *blowdown* kontinyu adalah untuk mengeluarkan padatan di dalam air. Dengan penggantian aliran masuk air umpan yang tetap dan konstan, akan menjamin TDS yang konstan dan kemurnian *steam* pada beban *steam* tertentu. *Valve continuous blowdown* hanya diatur satu kali untuk kondisi tertentu, dan tidak perlu lagi diatur setiap saat oleh operator. Walaupun terdapat sejumlah besar energi panas terbuang ketika proses *blowdown*, tetapi ada peluang pemanfaatan kembali panas ini dengan mengembuskannya ke *flash vessel* dan menghasilkan *flash steam*. *Flash steam* ini dapat digunakan untuk pemanasan awal air umpan *boiler*. Jenis *blowdown* ini umum digunakan pada *boiler* bertekanan tinggi. Residu *blowdown* yang meninggalkan *flash vessel* masih mengandung energi panas yang cukup dan dapat dimanfaatkan kembali dengan memasang sebuah penukar panas, yang bisa digunakan lagi untuk memanaskan *make up water boiler*. Sistem pemanfaatan kembali panas *blowdown* dapat dilakukan hingga 80% energi yang terkandung dalam *blowdown*, yang dapat diterapkan pada berbagai ukuran.



Gambar 2.3 Continous Blowdown

Pada umumnya air yang diumpankan ke boiler mengandung kandungan TDS yang tinggi serta padatan terlarut dan tak terlarut lain di dalamnya. Pengotor yang terus menerus masuk akan cepat terakumulasi ke dalam boiler, karena air boiler terus menerus menjadi steam.



Sumber : Nalco,1998

Gambar 2.4 Perbandingan Kebutuhan Blowdown Terhadap Meningkatnya Padatan Air Umpan

Jika akumulasi TDS dibiarkan, maka kemungkinan besar terjadinya masalah pada boiler seperti penyumbatan dan overheating. Oleh karena itu perlu dilakukannya perhitungan Blowdown Rate dan Blowdown Time. Blowdown Rate adalah Jumlah air kotor harus dibuang pada boiler. Dan Blowdown Time merupakan waktu/durasi yang dibutuhkan untuk membuang kotoran pada boiler. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung Blowdown Rate dan Blowdown Time yaitu sebagai berikut :

**Blowdown Rate**

$$qBD = \frac{qS \times fc}{bc - fc}$$

Sumber : Engineering Tool box

Ket :

qBD = *Blowdown Rate* (kg/jam)

qS = *Steam Flow* (kg/jam)

fc = *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Air Umpan (ppm)

bc = *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Air Boiler (ppm)

### ***Blowdown Time***

$$\text{Blowdown Time} = \frac{qBD}{x}$$

*Sumber : Eonchemicals. 2021*

Ket :

qBD = *Blowdown Rate* (kg/jam)

x = *Outlet Water Pipe 1,5"/Pengeluaran air pada pipa 1.5"* (liter/menit)

## **2.8 Metode *Statistical Process Control* (SPC)**

Pengendalian kualitas suatu produk memegang peran penting dalam perusahaan industri maupun manajemen. Pengendalian kualitas dilakukan untuk memonitoring suatu produk agar dapat meningkatkan dan menjaga kualitas produk tersebut. Apabila pengendalian kualitas dilaksanakan dengan baik, maka akan memberikan dampak terhadap mutu produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Kualitas dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan ditentukan berdasarkan ukuran dan karakteristik tertentu. Walaupun proses produksi telah dilaksanakan dengan baik, namun pada kenyataannya masih terdapat kesalahan yang terjadi, seperti kualitas produk yang tidak sesuai dengan standar atau dengan kata lain produk mengalami kerusakan atau kecacatan. Salah satu upaya dalam pengendalian kualitas dapat dilakukan menggunakan alat yang dinamakan *Statistical Process Control* (SPC). *Statistical process control* (SPC) adalah suatu cara pengendalian proses yang dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data kuantitatif selama berlangsungnya proses produksi. (Anggica, 2020)