

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan air bersih diperlukan penerapan teknologi atau metode pengolahan air bersih yang sesuai dengan kondisi sumber air baku, kondisi sosial budaya, ekonomi dan SDM masyarakat setempat. Metode metode yang dapat digunakan yaitu: metode oksidasi, metode flokulasi, metode koagulasi, metode filtrasi dan metode absorpsi.

Metode pengolahan air baku untuk menghasilkan air bersih yang lebih banyak digunakan adalah koagulasi-flokulasi. Koagulasi flokulasi adalah dua proses yang saling berhubungan untuk membentuk flok yang lebih besar dengan bantuan koagulan seperti (tawas) dan bahan pengatur pH seperti (*soda ash*) sehingga dapat dengan mudah diendapkan.

PT Beurata Subur Persada, merupakan salah satu perusahaan bergerak dibidang pengolahan kelapa sawit yang menghasilkan produk CPO (*Crude Palm Oil*). Pengolahan air (*Water treatment*) diperlukan pada pabrik kelapa sawit, dikarenakan air yang digunakan pada proses pengolahan dan air umpan *boiler* harus memenuhi standar dengan dosis *chemical* yang sesuai agar air tersebut bisa dijernihkan. Dengan kata lain untuk menghasilkan uap maka diperlukan air yang bersih, dalam hal ini air yang digunakan merupakan air demineralisasi (*demin*) yang sebelumnya sudah melewati proses penjernihan di eksternal dan dilanjutkan ke pengolahan internal atau disebut demineralisasi. Secara garis besar air sangat berpengaruh pada pengisi ketel uap jika pada pengolahannya tidak sesuai seperti proses penjernihan air dengan bantuan bahan *chemical* itu sendiri dan airnya harus memenuhi persyaratan seperti tidak membentuk kerak / endapan pada dinding ketel uap, saluran dan instalasi ketel uap, tidak bersifat korosif pada pipa *boiler*, tidak menimbulkan proses pembusaan/*foaming*, pengelembungan / *priming* dan pembentukan pertikel yang akan terbawa dalam uap air / *carry over*,

tidak menyebabkan dinding ketel uap menjadi rapuh.

Terjadinya salah satu atau lebih dari peristiwa diatas tidak saja dapat menimbulkan kerugian terhadap *cost* bahan *chemical* dan pada pengoperasian ketel uap, akan tetapi juga dapat menimbulkan kecelakaan/ peledakan dari ketel uap itu sendiri. Oleh sebab itu PT. Beurata Subur Persada harus melakukan pengolahan air yang tepat di PMKS pada pengisi ketel uap agar memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Atas dasar tersebut maka penulis tertarik untuk membahasnya dimana hasil pembahasan diwujudkan dalam bentuk karya akhir yang berjudul:

“Pengaruh Faktor Penambahan Bahan *Chemical* Terhadap Penjernihan Air *Eksternal* dengan aplikasi microsoft excel Di PMKS PT. Beurata Subur Persada”

1.2 Rumusan Masalah.

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

1. Bagaimana pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara mandiri Tawas (T), *Soda ash* (S), dan *flocculand* (F) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada?
2. Bagaimana pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 3 kombinasi 2 faktor antara (TS), (TF), dan (SF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada?
3. Bagaimana pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 1 kombinasi 3 faktor antara Tawas, *Soda ash*, dan *flocculand* (TSF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada?

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimanakah pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara mandiri Tawas (T), *Soda ash* (S), dan *flocculand* (F) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.
2. Untuk mengetahui bagaimanakah pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 3 kombinasi 2 faktor antara (TS), (TF), dan (SF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.
3. Untuk mengetahui bagaimanakah pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 1 kombinasi 3 faktor antara Tawas, *Soda ash*, dan *flocculand* (TSF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.

1.3.2 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui bagaimanakah pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 3 kombinasi 2 faktor antara (TS), (TF), dan (SF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.
2. Dapat mengetahui bagaimanakah pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 3 kombinasi 2 faktor antara (TS), (TF), dan (SF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.
3. Dapat mengetahui bagaimanakah pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* secara 1 kombinasi 3 faktor antara Tawas, *Soda ash*, dan *flocculand* (TSF) terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.

1.4 Batasan Masalah & 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 Beurata Subur Persada, Desa Babah Dua Nagan Raya- NAD.
2. Metode yang digunakan penelitian ini hanya uji statistika dengan metode RAL (Ragam Acak Lengkap) 3 Faktorial.
3. Penelitian hanya pada pengaruh faktor penambahan bahan *chemical* terhadap penjernihan air *eksternal* di PMKS PT. Beurata Subur Persada.

1.4.2 Asumsi

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

- a. Sampel air yang diambil pada musim yang sama untuk dilakukan analisa pada proses jartes yang dilakukan.
- b. Data yang diperoleh data yang berhubungan dengan pemecahan masalah dianggap terpercaya dan Proses kerja dianggap berjalan lancar dan kegiatan perusahaan baik.
- c. 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 TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang beberapa teori – teori yang mendukung pemecah masalah penelitian. Teori yang digunakan berkaitan dengan proses pengolahan penjernihan air *eksternal* beserta penambahan bahan *chemical* terhadap proses penjernihan air tersebut.

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-kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan berisi tentang saran-saran untuk perusahaan dan para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Air adalah sumber daya alam yang diperlukan untuk kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Air sangat bermanfaat bagi kehidupan, bagi manusia, hewan, tumbuhan, pertanian, industri dan bagi keseimbangan alam. Berbagai industri juga membutuhkan air untuk kegiatan pengolahan seperti pabrik kelapa sawit. (Rahayu et al., 2019)

Pabrik kelapa sawit memiliki dua stasiun yang mendukung keberhasilan dalam pengolahan yaitu stasiun utama dan stasiun pendukung. Stasiun utama adalah stasiun pengolahan air yang akan digunakan untuk proses pengolahan TBS, dari mulai diterima hingga menjadi *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel* (PK). Stasiun pendukung juga sangat berperan penting dalam keberhasilan pengolahan karena steam yang digunakan berasal dari air dan air pada pengolahan harus memiliki standar mutu yang sesuai dengan parameter baku mutu air pada proses pengolahan.

Pengolahan air sangat tergantung dari karakteristik atau kualitas air baku yang digunakan, metode pengolahan air yang digunakan berkaitan dengan pencemaran-pencemaran yang ada dalam air. Pencemaran-pencemaran yang harus diperhatikan pada kebanyakan persediaan air adalah Bakteri pathogen, Kekeruhan dan bahan-bahan terapung, warna, rasa dan bau, dan senyawa-senyawa organik. Secara tradisional, air sumur bor dan air keruh dapat dijernihkan dengan menggunakan ijuk, arang kayu, dan dengan tawas. (Nasir et al., 2014)

Instalasi pengolahan air di PKS terdiri dari *external Water Treatment* dan *internal Water Treatment*. *External Water Treatment* merupakan pengolahan air yang digunakan untuk menjernihkan air baku, yakni menghilangkan padatan-padatan tersuspensi (seperti tanah, pasir, dan lumpur) dengan cara diendapkan dan disaring. Sementara, *Internal Water Treatment* merupakan pengolahan air yang digunakan untuk mengikat padatan-padatan terlarut (Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; SO_4^{2-} , dan gas terlarut (O_2 ; H_2S ; dll), dikarenakan pada tahap eksternal water treatment,

tidak tereduksi secara sempurna, ini yang akan mengakibatkan timbulnya masalah – masalah pada internal boiler seperti korosi, *Scale*/pergerakan, dan *Carry over*. Pengolahan untuk air permukaan lebih dititik beratkan 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. Sumber air utama yang diperoleh kemudian akan diolah dengan menambahkan bahan kimia soda ash, aluminium sulphate dan Polymer pada proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi untuk mendapatkan air yang sesuai dengan baku mutu air di Pabrik kelapa sawit. Komposisi bahan kimia yang diberikan harus sesuai agar proses penjernihan pada *external Water Treatment* terjadi secara efektif. (Rahardja, 2019)

Ada perbedaan ketika mengolah air untuk dijadikan sebagai air minum dibandingkan dengan untuk umpan boiler. Proses pengolahan air minum mineral-mineral yang ada dalam air tidak akan dihilangkan, tetapi hal ini tidak boleh terjadi dalam pengolahan air untuk umpan boiler, juga pada air umpan boiler tidak perlu diberi des-infektan. Jika air yang digunakan sebagai pengisi boiler tanpa pengolahan terlebih dahulu, maka garam – garam kalsium dan magnesium terkandung dalam air akan mengendap karena terkena panas. Endapan ini melekat pada dinding – dinding boiler menjadi kerak. (Irawan et al., 2019)

2.1.1 Karakteristik kontaminan fisik dan kimiawi pada air.

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. (Nainggolan et al., 2019)

a. Kontaminan fisik

Air yang bersih adalah jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau. Kebanyakan air mengandung bahan terlarut, tersuspensi, atau dalam bentuk koloid. Pengukuran secara kuantitatif karakteristik tersebut adalah penting untuk penentuan mutu air. Kontaminan fisik meliputi kekeruhan, warna, bau dan rasa,

padatan, serta suhu.

1. Kekeruhan

Kekeruhan (*turbidity*) merupakan karakteristik air yang terlihat pertama kali kondisi air. Kekeruhan dapat dijadikan indikator mutu air. Air tampak keruh jika di dalam air tersebut terdapat partikel-partikel tersuspensi atau koloid seperti tanah, bahan organik terdispersi, plankton, dan bahan anorganik lainnya. Air dengan tingkat kekeruhan tinggi sering terkait dengan tingginya kandungan mikroorganisme penyebab penyakit seperti virus parasit, dan beberapa jenis bakteri.

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan mengukur transmisi cahaya menggunakan sumber cahaya standar. Uji parameter ini sangat berguna dalam penentuan mutu air. Satuan kekeruhan biasanya dinyatakan dalam TU (*Turbidity Unit*) atau NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kekeruhan air lebih dari 5 TU dapat dengan mudah terlihat dan biasanya menyebabkan air tidak disukai karena alasan estetika. Meskipun partikel tanah atau partikel anorganik lembam lainnya tidak secara langsung mengganggu kesehatan, tetapi air yang mengandung bahan-bahan tersebut perlu diolah agar memenuhi syarat fisik atau estetika untuk digunakan atau dikonsumsi.

2. Warna

Warna dalam air disebabkan oleh bahan organik terlarut: Bahan terlarut tersebut sering berasal dari hasil proses pembusukan vegetasi. Contoh bahan terlarut hasil pembusukan vegetasi yang dapat menyebabkan air warna adalah tanin dan fenol. Ada kalanya warna air disebabkan oleh pertumbuhan alga atau tanaman akuatik berukuran kecil atau bahan pewarna dari limbah industri. Warna air misalnya yang disebabkan oleh hasil pembusukan vegetasi itu sendiri sebenarnya tidak merugikan ditinjau dari sudut pandang kesehatan, tetapi warna di dalam air menyebabkan penolakan secara extera dan mengindikasikan bahwa air tersebut mengandung bahan-bahan seriana dan memerlukan pengolahan dengan cara yang seksual.

3. Bau dan Rasa

Bau (*odor*) dan rasa (*taste*) dalam air dapat disebabkan oleh bahan-bahan asing yang masuk ke dalam air seperti senyawa organik, garam-garam anorganik, atau gas terlarut. Bahan-bahan tersebut dapat berasal dari berbagai sumber seperti kegiatan pertanian, domestik, industri atau sumber alami. Bau air sering berhubungan dengan proses pembusukan bahan organik dalam kondisi anaerobik yang menghasilkan gas H_2S , amonia (NH_3), amina, diamina, merkaptan, sulfida organik, dan skatol.

4. Padatan

Semua kontaminan air selain gas-gas terlarut, berkontribusi terhadap beban padatan dalam air tersebut, baik padatan terendapkan, tersuspensi, koloid, maupun terlarut. Padatan di dalam air dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran dan keadaannya, sifat-sifat kimia, dan distribusi ukurannya. Bahan padatan dalam air dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran dan keadaannya seperti padatan terendapkan ($> 10 \mu m$), tersuspensi ($> 10 \mu m$), koloid ($10^{-10} - 10^{-6} m$) atau terlarut ($< 10 \mu m$).

Kadar padatan dapat digunakan untuk menganalisis potensi penggunaan air dan untuk menentukan jenis proses yang paling sesuai untuk pengolahannya. Uji padatan terlarut (*total dissolved solids/TDS*) sering digunakan untuk menganalisis kesesuaian sumber air untuk keperluan domestik, industri, dan pertanian. Padatan terendapkan digunakan untuk menentukan padatan yang dapat mengendap secara gravitasi dalam periode waktu tertentu. Padatan terendapkan ditentukan dengan menentukan jumlah padatan yang terendapkan dalam tabung Imhoff setelah satu jam. Data pengujian ini digunakan untuk perancangan fasilitas sedimentasi. Padatan tersuspensi dikategorikan dalam padatan sulit mengendap, sehingga tidak dapat dihilangkan dengan pengendapan gravitasi konvensional. Tanah liat (*clay*) merupakan padatan tersuspensi koloid yang umum ditemukan di dalam air permukaan. Padatan terlarut dan padatan tersuspensi sering dibedakan menggunakan filter membran dengan ukuran pori $0,45 \mu m$. Bahan yang melewati filter tersebut, termasuk padatan terlarut dan partikel yang tersaring dikategorikan sebagai padatan tersuspensi. Dalam beberapa kasus, istilah yang lebih akurat adalah

filterable (dapat tersaring) dan *nonfilterable* (tidak dapat tersaring). Jumlah dari padatan terlarut dan tersuspensi (*filterable* dan *nonfilterable*) adalah padatan total. Lebih lanjut, padatan juga sering dibedakan menjadi padatan nonvolatil (*fixed*) dan volatil. Padatan volatil adalah padatan yang dapat menguap (terbakar) pada suhu 550°C dan sering disebut sebagai padatan organik. Kadar bahan organik kadang-kadang digunakan untuk memperkirakan sifat-sifat organik atau anorganik padatan tersebut, Jumlah padatan organik dan padatan anorganik adalah padatan total.

5. Suhu

Suhu dapat memengaruhi sejumlah parameter lain mutu air. Laju reaksi kimia dan biokimia meningkat dengan meningkatnya suhu. Kelarutan gas menurun dan kelarutan mineral meningkat dengan meningkatnya suhu. Laju pertumbuhan organisme akuatik meningkat dan laju respirasi mereka menurun dengan meningkatnya suhu, kebanyakan organisme mempunyai kisaran suhu yang berbeda dalam reproduksi dan kompetisi.

b. Kontaminan kimiawi

Pengukuran kadar bahan kimia dalam air untuk menentukan mutu air mencakup analisis keberadaan ion-ion spesifik atau pengukuran bahan kimia secara agregat. Berikut ini diuraikan berbagai jenis kontaminan air penting yang tergolong pada kategori kontaminan kimiawi.

1. Ion dalam Air

Air secara alami mengandung ion-ion terlarut. Jenis ion yang banyak ditemui dalam air tanah adalah bikarbonat, sulfat, klorida, kalsium, magnesium, dan natrium. Ion-ion tersebut kebanyakan berasal dari kontak air dengan berbagai deposit mineral di dalam tanah, tetapi beberapa jenis ion seperti amonium, karbonat, dan sulfida sering dihasilkan dari aktivitas bakteri dan mikroalga.

2. Jenis Non-ionik dalam Air

Mineral non-ionik yang sering terdapat di dalam permukaan air alami dan air tanah adalah silika (SiO). Konsentrasi silika dalam air dapat berkisar antara 1

sampai 120 mg/l. Keberadaan silika dalam air dapat menyebabkan berbagai masalah, terutama dalam aplikasi untuk industri karena silika menyebabkan pembentukan kerak (*scaling*) dalam boiler dan alat pemindah panas (*heat exchanger*).

3. Bahan Anorganik Antrofogenik

Selain jenis ionik mayor dan minor yang ditemukan dalam air alami, berbagai jenis bahan anorganik antrofogenik juga sering ditemukan dalam air. Jenis bahan tersebut perlu diperhatikan karena toksisitasnya terhadap mikroorganisme, tanaman dan hewan, serta dapat mengganggu kesehatan manusia. Pada umumnya, keberadaan bahan - bahan tersebut dalam air akibat dari pembuangan limbah industri yang tidak ditangani secara tepat. Sebagai contoh, limbah pelapisan logam mengandung krom dan sianida.

4. Bahan Organik

Berbagai bahan organik dapat terlarut di dalam air. Untuk kuantifikasi kandungan bahan organik, digunakan parameter agregat seperti BOD, COD, KMNO_4 , dan TOC karena banyaknya ikatan organik. adanya bahan organik dapat menyebabkan berbagai masalah dalam proses pengolahan air bersih, yaitu :

- i) berpengaruh negatif pada mutu air karena masalah warna, rasa, dan bau;
- ii) meningkatkan kebutuhan dosis koagulan dan disinfektan, di sisi lain meningkatkan produksi lumpur dan potensi pembentukan produk samping yang mengganggu;
- iii) mendorong pertumbuhan mikroorganisme dalam sistem distribusi air; dan,
- iv) meningkatkan kompleks logam berat dan kontaminan organik teradsorpsi.

5. Senyawa Nitrogen (Ammonium, Nitrat, dan Nitrit)

Senyawa nitrogen ditemui baik di dalam air permukaan maupun air tanah. Senyawa tersebut dapat berasal dari kegiatan pertanian (pupuk) atau pembuangan

kotoran manusia atau hewan. Senyawa nitrogen termasuk dalam kategori nutrisi (unsur hara). (Suprihatin, Ono suparno, 2013:23-27).

2.2 Koagulasi dan Flokulasi

2.2.1. Definisi Koagulasi

Pada umumnya pengolahan air (air tanah/permukaan) dilakukan dengan penambahan bahan-bahan kimia tertentu (koagulan, pengatur pH, dan disinfektan) ke dalam air, dilanjutkan dengan sedimentasi (pengendapan) atau flotasi (pengapungan) lumpur dan filtrasi (penyaringan) melalui media pasir. (Kencanawati & Mustakim, 2017).

Untuk mengubah kestabilan partikel koloid perlu penetralan muatan-muatan listriknya. Netralisasi dapat dilakukan dengan penambahan ion-ion yang berlawanan muatan listriknya dengan muatan listrik koloid. Penambahan ion positif ke dalam air untuk mengurangi muatan listrik permukaan, sehingga partikel koloid tidak tolak-menolak satu sama lainnya disebut koagulasi. Koagulan adalah bahan-bahan atau substansi (senyawa kimia) yang ditambahkan ke dalam air untuk menghasilkan efek koagulasi. Sifat dan syarat penting koagulan adalah sebagai berikut.

- a. Kation trivalen. Kation trivalen merupakan kation yang paling efektif untuk menetralkan muatan listrik koloid.
- b. Tidak toksik. Persyaratan ini diperlukan untuk menghasilkan air atau air limbah hasil pengolahan yang aman.
- c. Tidak larut dalam kisaran pH netral. Koagulan yang ditambahkan harus terpresipitasi dari larutan, sehingga ion-ion tersebut tidak tertinggal dalam air.

Koagulan berfungsi memberikan kation untuk mengganggu stabilitas suspensi koloid bermuatan negatif. Koagulan yang paling umum digunakan adalah alum (Al^{3+}) dan ion besi (Fe^{3+}). Alum dapat diperoleh dalam bentuk padatan atau larutan alum ($\text{Al}^2(\text{SO}_4)^3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). (Suprihatin, Ono suparno, 2013:110).

2.2.2. Definisi Flokulasi

Flokulasi merupakan pembentukan flok-flok dari partikel-partikel kecil yang telah mengalami koagulasi. Untuk menghasilkan flokulasi yang lebih baik, biasanya dibantu dengan penambahan bahan-bahan pembantu koagulan atau disebut juga flokulan.

Ada empat jenis flokulan yang biasa digunakan, yaitu pengatur pH, silika aktif, clay, dan polimer. Asam dan basa digunakan untuk mengatur pH air, sehingga kisaran pH optimal koagulasi tercapai. Asam yang biasa digunakan adalah H_2SO_4 Kapur [$Ca(OH)^2$] atau soda abu (Na_2CO_3) digunakan untuk meningkatkan nilai pH.

Silika aktif dan clay memiliki muatan listrik sedikit negatif dan dapat bergabung dengan muatan listrik positif dari flok-flok alum atau besi. Dengan demikian, hal tersebut akan menghasilkan flok yang lebih besar yang akan mengendap lebih cepat. (Suprihatin, Ono suparno, 2013:111).

2.2.3. Faktor yang mempengaruhi koagulasi dan flokulasi

Efisiensi koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu konsentrasi dan jenis zat tersuspensi, pH, konsentrasi dan jenis flokulan, waktu dan kecepatan pengadukan, serta adanya beberapa macam ion terlarut tertentu (seperti fosfat, sulfat, dan sebagainya). Faktor-faktor tersebut bila kurang optimal dapat mengganggu koagulasi dan flokulasi.

Dua faktor penting dalam penambahan koagulan adalah pH dan dosis koagulan. Dosis dan pH optimum ditentukan dari percobaan laboratorium menggunakan jar test. Kisaran pH optimum untuk alum adalah 5,5 - 6,5, koagulasi mungkin juga terjadi antara pH 5 dan 8. Garam feri memiliki kisaran pH untuk koagulasi efektif yang lebih besar daripada alum, yaitu pH 4-9.

Cairan yang mengandung partikel-partikel kecil dan koloid dianggap stabil bila partikel-partikel kecil tersebut terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu yang pendek (beberapa jam) atau partikel-partikel tersebut tidak dapat bergabung menjadi partikel yang lebih besar dan berat. Hal tersebut disebabkan oleh muatan listrik pada permukaan partikel-partikel tersebut adalah sama (biasanya negatif), sehingga ada gaya tolak-menolak (repulsi) antara partikel satu dan lainnya.

Stabilitas tersebut akan terganggu dengan penambahan koagulan dan flokulan karena alasan sebagai berikut. Molekul- molekul koagulan akan menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan listrik karena sebagian molekul koagulan bermuatan positif. sedangkan koloid biasanya bermuatan negatif. Sebagian besar tawas tidak terlarut dan akan mengendap sebagai flok $\text{Al}(\text{OH})_3$, yang dapat mengurung koloid dan membawanya ke bawah, sehingga terjadi pengendapan atau tumbukan antarpartikel dapat ditingkatkan dengan pengadukan lambat, sehingga menghasilkan padatan yang dapat diendapkan. (Suprihatin, Ono suparno, 2013:112).



Gambar 2.2 Tangki penambahan bahan *chemical*

Sumber : Stasiun Water Treatment Plant PMKS PT Beurata Subur Persada

2.2.4. Proses tahapan koagulasi dan flokulasi

Koagulasi dan flokulasi terdiri atas tiga tahap berikut.

- a. Pelarutan pereaksi (reagen) melalui pengadukan cepat (misalnya 1 menit. 100 rpm), bila perlu pembubuhan bahan kimia (sesaat) untuk menyesuaikan pH.
- b. Pengadukan lambat untuk membentuk flok-flok (misalnya 15 menit 20-40 rpm). Pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak kembali flok yang telah terbentuk.
- c. Pengendapan (sedimentasi) flok-flok yang terbentuk (misalnya 15 menit atau 30 menit, 0 rpm).

Kesalahan-kesalahan dalam percobaan koagulasi/flokulasi yang harus dihindari. Beberapa kesalahan yang sering terjadi adalah sebagai berikut..

- a. Sampel yang tidak representatif.
- b. Sampel yang tidak diaduk menyebabkan zat tersuspensi yang benar

tertinggal di bagian bawah, sehingga waktu air dituangkan ke dalam 6 gelas piala jar test, hanya gelas piala terakhir yang mendapatkan cairan dengan zat tersuspensi.

- c. Pembubuhan dosis koagulan atau flokulan yang tidak teliti.
- d. Perbedaan nilai pH pada antar perlakuan.
- e. Waktu pembubuhan flokulan atau bahan pengatur pH ke dalam tiap gelas piala jar test tidak bersamaan.
- f. Pengambilan sampel yang telah diolah melalui proses flokulasi untuk dianalisis tidak dilakukan bersamaan untuk masing-masing gelas piala.
- g. Simpangan baku yang masih diperkenankan antara 2 pengujian yang sama biasanya sampai sekitar 10%. (Suprihatin, Ono suparno, 2013:112-113).

2.3 Jar test

Jar test adalah suatu percobaan skala laboratorium yang berfungsi untuk menentukan dosis optimum dari koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air bersih. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi flokulasi dan penjernihan. (Oktaviasari & Mashuri, 2016).

Kemudian dari hasil jartest yang dilakukan pengujian di laboratorium akan dilihat berapa tingkat hasil kekeruhan/kejernihan air tersebut, yang dimana hal tersebut dinamakan *turbidity*. Kekeruhan (*turbidity*) menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Satuan kekeruhan yang diukur dengan metode *NepHelometric* adalah NTU (*NepHelometric Turbidity Unit*). Pengukuran kekeruhan pada sampel air dengan metode *NepHelometric* dilakukan dengan menggunakan alat *turbidimeter*. (Oktaviasari & Mashuri, 2016). Berdasarkan teknik pengolahan air bersih salah satu cara untuk menurunkan kekeruhan adalah dengan pemakaian tawas, Tawas sebagai bahan koagulan ternyata lebih dikenal masyarakat karena mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, mudah didapat serta mudah penyimpanannya. (Amalia & IW, 2017)

Jar test merupakan metode penentuan jenis koagulan, pH operasi, dan dosis koagulan yang terbaik untuk pengolahan air. Konsep jar test adalah pH sampel air diatur untuk pemilihan pH yang optimal. Sejumlah koagulan yang diuji ditambahkan untuk sampel air pada kondisi pengadukan cepat.

Setelah beberapa saat reaksi koagulasi dan penggabungan partikel terjadi, pengadukan diperlambat dan pertumbuhan partikel mengawali flokulasi. Setelah pengadukan dihentikan, partikel mengendap dan kekeruhan supernatan diukur. Minimum nilai kekeruhan menunjukkan pH operasi optimal dan pengujian serupa dilakukan dengan pH konstan dan dosis koagulan variasi koagulan. (Suprihatin, Ono suparno,2013:113).

Tabel 2.1 Standart PPM Jartes

Sampel Air	Larutan Standart Alum/Tawas	Larutan Standart Soda ash	Larutan Standart Flok
1000 ml	1 ml = 10 ppm	1 ml = 10 ppm	1 ml = 0,2 ppm
500 ml	1 ml = 20 ppm	1 ml = 20 ppm	1 ml = 0,4 ppm
250 ml	1 ml = 40 ppm	1 ml = 40 ppm	1 ml = 0,8 ppm
200 ml	1 ml = 50 ppm	1 ml = 50 ppm	1 ml = 1 ppm

Sumber : Buku Training PT. KPS Infinity



Gambar 2.1. Alat Jarres

Sumber : Laboratorium PMKS PT Beurata Subur Persada

2.4 Sedimentasi

2.4.1 Definisi Sedimentasi

Sedimentasi adalah operasional pemisahan padatan dari larutannya menggunakan gaya gravitasi. Proses sedimentasi seringkali digunakan dalam proses-proses industrial untuk menjernihkan air limbah, dalam proses pengendapan partikel dalam pembuatan makanan, pengendapan kristal dari larutan induk, pengendapan bubur kertas atau *pulp* pada *industry* pembuatan kertas dan sebagainya.

Sedimentasi adalah salah satu proses pemisahan campuran padatan dan cairan (*slurry*) menjadi cairan bening dan *sludge*. Proses ini memanfaatkan gaya gravitasi, yaitu dengan mendiamkan suspensi hingga terbentuk endapan yang terpisah dari larutan bening. bening Proses sedimentasi dalam dunia industri dilakukan secara sinambung dengan menggunakan alat yang dikenal dengan nama *thickener*. (Rumbino & Abigael, 2020)



Gambar 2.3 Water basin/Bak Sedimentasi
Sumber : PMKS PT Beurata Subur Persada

2.5 Metode Rancangan acak lengkap (Ral)

2.5.1 Definisi Rancangan acak lengkap

Percobaan satu faktor adalah suatu percobaan yang dirancang dengan hanya melibatkan satu faktor dengan beberapa taraf sebagai perlakuan. Rancangan ini menjaga kondisi faktor-faktor lain dalam kondisi tetap. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan jika kondisi unit percobaan yang digunakan relatif homogen, seperti percobaan yang dilakukan di laboratorium. Jarang digunakan pada percobaan lapangan atau percobaan yang melibatkan unit percobaan cukup besar.

2.5.2 Model linier dan penguraian keragaman total

Model linier aditif dari rancangan faktor tunggal dengan RAL dapat dibedakan menjadi 2:

1. Model Tetap: Model dimana perlakuan-perlakuan yang digunakan dalam percobaan berasal dari populasi yang terbatas dan pemilihan perlakuannya

ditentukan secara langsung oleh peneliti. Kesimpulan yang diperoleh terbatas hanya pada perlakuan-perlakuan yang dicobakan dan tidak bisa digeneralisasi.

2. Model Acak: model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan sample acak dari populasi perlakuan.

2.5.3 Analisis varians

Terdapat 2 sumber keragaman diantara data pengamatan yang diperoleh, yaitu: keragaman perlakuan dan galat percobaan. Keduanya ini digunakan untuk menunjukkan apakah perbedaan pengamatan diantara perlakuan itu nyata atau karena kebetulan saja. Perbedaan perlakuan dikatakan nyata apabila keragaman perlakuan cukup besar dibandingkan dengan galat percobaan. (Made susilawati,2015:11-13)