

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Air Buangan

Air buangan adalah suatu limbah cair dari tempat-tempat yang mengadakan aktivitas sehari-hari yang mempunyai efek negatif bagi lingkungan karena mengandung zat-zat beracun yang mengganggu keseimbangan lingkungan.<sup>(9)</sup>

Secara umum air buangan terdiri dari dua jenis yaitu

#### 1. Air buangan organik.

Air buangan ini berasal dari air buangan penduduk (rumah tangga ), industri kertas, industri makanan, industri petrokimia dan sebagainya.

#### 2. Air buangan anorganik.

Air buangan ini berasal dari industri pelapisan logam, industri lembaran logam, industri pesawat terbang, industri kendaraan, industri elektronika dan lain-lain. Jenis senyawa atau komponen yang dihasilkan antara lain natrium hidroksida, kalium hidroksida, amonium hidroksida, sianida, klorin, fosfat, logam seperti tembaga, besi, magnesium, merkuri, seng, mangan, krom dan lain-lain.

### 2.2. Koagulasi

Koagulasi adalah suatu metode untuk pengambilan bahan-bahan buangan dalam bentuk tersuspensi atau koloid. Koloid terdapat dalam bentuk partikel dengan ukuran antara

1 nm (  $10^{-7}$  cm ) sampai 0,1 nm (  $10^{-8}$  cm ). Partikel ini tidak dapat mengendap dengan sendirinya dan tidak dapat diambil hanya dengan proses fisika.

Koloid-koloid yang terkandung dalam air bersifat hidrofobik atau hidrofilik. Koloid-koloid hidrofobik ( seperti tanah liat ) tidak mempunyai afinitas terhadap air dan stabilitasnya rendah dalam larutan elektrolit. Zat-zat tersebut sangat peka terhadap proses koagulasi. Koloid-koloid hidrofilik seperti protein, menunjukkan adanya afinitas terhadap air. Penyerapan air akan memperlambat koagulasi dan sering membutuhkan pengolahan khusus untuk memperoleh koagulan yang efektif.

Koloid-koloid mempunyai sifat-sifat elektrik dengan adanya gaya penolakan ( repelling force ) dan mencegah pengumpulan serta pengendapan. Kestabilan ion akan memperkuat adsorpsi dalam lapisan, yang mengandung partikel bermuatan dengan valensi dan nomor ion yang diadsorpsi bervariasi. Ion-ion yang bermuatan saling berhadapan membentuk difusi di bagian luar lapisan dan bertahan di sekitar permukaan oleh gaya elektrostatik.<sup>(5)</sup>

### 2.2.1 Mekanisme koagulasi

Pengendapan partikel halus koloid di bawah pengaruh gravitasi. Pengumpulan partikel-partikel kecil menjadi agregat-agregat yang lebih besar, sehingga kecepatan pengendapan menjadi lebih besar.

Sejarahnya, istilah *koagulasi* dan *flokulasi* telah dipakai tanpa dibedakan untuk menerangkan proses pemindahan kekeruhan dari air. Meskipun demikian, ada perbedaan yang jelas antara dua istilah tersebut.

Istilah *koagulasi* berasal dari bahasa latin *coagulare*, yang berarti membawa bersama. Proses ini menerangkan pengaruh yang dihasilkan dari penambahan bahan kimia kepada dispersi koloid yang mengakibatkan ketidakstabilan partikel oleh pengurangan gaya-gaya yang cenderung membuat partikel-partikel terpisah.

Koagulasi terjadi dengan penambahan bahan kimia yang sesuai yang mengakibatkan partikel-partikel menempel bersama-sama pada saat terjadi kontak. Pencampuran yang cepat adalah penting pada tahap ini untuk memperoleh dispersi bahan kimia yang seragam dan meningkatkan kesempatan kontak antar partikel dengan partikel.

Tahap ke dua yaitu pembentukan partikel-partikel dapat mengendap dari partikel-partikel tak stabil ukuran koloid. Istilah *flokulasi* asal dari bahasa latin yaitu *floculare* yang berarti membentuk flok, secara visual menyerupai seberkas wolle atau struktur dengan tingkat pori-pori dan serabut yang tinggi. Flokulasi merupakan pencampuran yang perlahan dan lama yang mengubah partikel-partikel submikroskopik yang terkoagulasi menjadi partikel-partikel yang mempunyai kecepatan pengendapan lebih besar. Pada tahap ini ukuran cukup besar untuk

mengendap dengan cepat di bawah pengaruh gaya gravitasi yang dapat dipindahkan dari suspensi tersebut dengan filtrasi. Pada umumnya unit proses di bagi tiga bagian yaitu koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Ada usaha baru untuk menyingkat proses ini dengan mengurangi waktu flokulasi dan memperpendek atau bahkan menghilangkan waktu pengendapan. Dengan demikian proses tergantung pada filter yang digunakan.

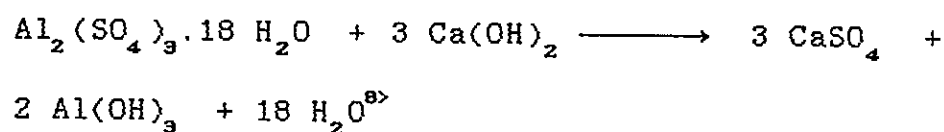
Koagulasi dapat terjadi dengan penambahan pertikel yang dapat menghasilkan ion-ion. Ion-ion ini mempunyai pengaruh yang berlawanan dengan yang terdapat pada partikel-partikel koloid, dan kemampuan koagulasi ion tergantung pada valensinya.<sup>(1)</sup>

### 2.2.2 Sifat-sifat koagulan

Koagulan adalah bahan-bahan kimia yang dipergunakan untuk proses pengendapan partikel-partikel koloid yang terkandung dalam air buangan. Koagulan yang biasa dipakai dalam proses ini antara lain :

#### a. Aluminium Sulfat

Aluminium sulfat sering disebut Alum, merupakan koagulan yang paling banyak digunakan dalam pengolahan air buangan dan mempunyai rumus kimia  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ . Alum dapat diperoleh dalam bentuk padatan. Jika alum ditambahkan ke dalam air dalam suasana basa reaksinya adalah:



Reaksi yang dialami Alum dalam air alami dipengaruhi oleh banyak faktor, maka dari itu adalah tidak mungkin memperkirakan dengan akurat jumlah alum yang akan bereaksi dengan jumlah alkalinitas yang diberikan atau kapur atau soda abu yang ditambahkan pada air. Contohnya yang paling sederhana adalah reaksi ion-ion  $\text{Al}^{3+}$  dengan  $\text{OH}^-$ . Larutan Alum dalam air menghasilkan :



Ion-ion hidroksida menjadi hasil dari ionisasi air :



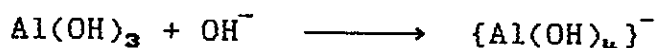
Ion-ion Aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) kemudian bereaksi :



Kebutuhan ion hidroksida dalam air mengakibatkan penurunan alkalinitas. Di mana alkalinitas air alami tidak cukup untuk jumlah Alum, kemudian alkalinitas yang ditambah harus disediakan dalam bentuk kapur hidrasi, soda abu, atau soda kaustik. Aluminium hidroksida yang mempunyai rumus kimia  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan bersifat amfoter dapat aktif dalam suasana basa maupun asam. Dalam suasana asam :



Dalam suasana basa :



Flok-flok Alum larut sedikit pada pH mendekati 7. Flok akan bermuatan positif di bawah pH 7,6 dan bermuatan negatif di atas pH 8,2. Di antara batas-batas ini flok-flok yang terbentuk bermuatan campuran negatif dan positif. Alum dengan dosis tinggi digunakan pada beberapa pengolahan air buangan industri.<sup>(7)</sup>

#### b. Ferro Sulfat / Cooperas

Ferro sulfat sering juga disebut dengan cooperas. Kombinasi ferro sulfat dengan kapur merupakan koagulan yang efektif untuk penjernihan air buangan yang keruh. Ferro sulfat dengan rumus kimia  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  berupa kristal berwarna putih kehijauan dapat diperoleh dari berbagai proses kimia seperti penyepuhan logam. Reaksi ferro sulfat dengan kapur akan menghasilkan endapan ferro hidroksida.



### 2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi antara lain

#### a. pH

Untuk setiap jenis air terdapat sedikitnya satu range pH yang tepat untuk koagulasi flokulasi dalam waktu singkat dengan dosis yang diberikan. Dengan demikian bila memungkinkan koagulasi haruslah dilaksanakan dalam zona optimum. Untuk mengkoagulasikan protein haruslah

ditentukan dahulu titik dimana nilai potensial zeta nol. Kejadian pada keadaan ini pada pH tertentu dinamakan titik isoelektrik.

b. Efek garam

Penambahan garam pada koagulasi dapat merubah beberapa parameter di bawah ini :

- Rentang pH koagulasi.
- Waktu flokulasi.
- Dosis koagulan optimum.
- Sisa koagulan dalam air setelah pengolahan.

c. Pengadukan

Pengadukan yang cepat dibutuhkan pada penambahan koagulan agar distribusi koagulan lebih merata. Pada tahap kedua pengadukan dimaksudkan untuk proses koagulasi dengan kecepatan rendah untuk menghasilkan kesatuan dari koloid-koloid yang tidak stabil.<sup>(7)</sup>

## 2.3 Pengolahan Air Buangan

### 2.3.1. Pengolahan secara fisika.

Pengolahan secara fisika adalah pengolahan tanpa penambahan bahan kimia. Cara fisika ini antara lain :

a. Penyaringan.

Penyaringan adalah suatu proses pemisahan padatan tak terlarut yang ukurannya cukup besar melalui pori sehingga dapat tertahan diatas media penyaring. Alat penyaring dapat berupa kawat kasa, anyaman bambu, dan lain-lain.

b. Pengendapan.

Pengendapan adalah pemisahan partikel-partikel yang lebih berat dari air buangan dengan membiarkan air tidak bergerak dan kotoran-kotoran diendapkan dengan gaya beratnya sendiri. Cara ini sering dilakukan dalam pengolahan air buangan, misalnya untuk memisahkan pasir ataupun flok-flok hasil koagulasi.<sup>(5)</sup>

### 2.3.2 Pengolahan secara kimia

Pengolahan ini pada dasarnya untuk mengendalikan atau menghilangkan komponen yang terdapat dalam air buangan dengan penambahan bahan kimia tertentu. Pada cara ini yang dipisahkan adalah :

- Zat organik yang tidak dapat terdekomposisi
- Zat anorganik, logam-logam berat.

Yang termasuk cara-cara kimia antara lain :

a. Penetralan pH (derajat keasaman).

Air buangan ditambah asam atau basa sesuai dengan yang dikehendaki supaya pH menjadi netral.

b. Pengendapan secara kimiawi (koagulasi dan flokulasi).

Adalah suatu proses dimana kotoran-kotoran yang dapat menyebabkan kekeruhan dalam air akan bergabung menjadi massa yang cukup besar untuk mengendap.<sup>(5)</sup>



### 2.3.3. Pengolahan secara biologi.

Tujuannya adalah untuk proses oksidasi zat organik dengan bantuan mikroorganisme. Zat organik umumnya terdiri dari protein, karbohidrat, lemak dan lain-lain.

### 2.4 Poly Aluminium Chlorida (PAC)

Poly Aluminium Chlorida (PAC) dengan rumus molekul  $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$  merupakan garam khusus klorida dari aluminium yang memiliki daya ikat untuk membentuk flok-flok lebih kuat dibandingkan dengan aluminium dan besi yang biasa ditemukan misalnya tawas dengan rumus molekul  $Al_2(SO_4)_3$  dan ferro sulfat  $FeSO_4$ .

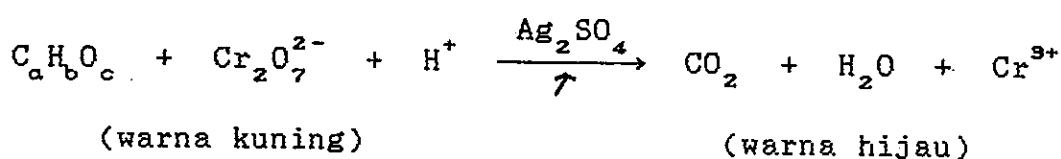
Di pasaran PAC ditemui dalam dua bentuk, yaitu bubuk (powder) berwarna kuning muda dengan berat jenis 0,85 gr/ml dan kadar  $Al_2O_3$  sekitar 30% serta cairan (liquid) jernih dengan berat jenis 1,2 gr/mL dan kadar  $Al_2O_3$  10%. Sedangkan tawas banyak terdapat dalam bentuk bongkah padat berwarna putih dengan berat jenis 1,7 gr/mL dan kadar  $Al_2O_3$  sekitar 17%.

### 2.5. Kebutuhan Oksigen Kimiawi ( COD )

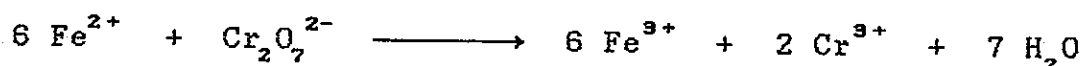
Chemical Oxygen Demand ( COD ) atau kebutuhan oksigen kimiawi ( KOK ) adalah jumlah oksigen ( mg  $O_2$  ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$ .

Prinsip analisisnya adalah sebagai berikut :

Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh larutan  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan asam yang mendidih, reaksi :



Reaksi berlangsung selama 2 jam, uap direfluks, agar zat organik volatil tidak lenyap keluar. Perak sulfat  $Ag_2SO_4$  ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Sedang merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada dalam air buangan. Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  yang tersisa didalam larutan tersebut digunakan untuk menentukan berapa oksigen yang telah terpakai. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  tersebut ditentukan melalui titrasi dengan Ferro Amonium Sulfat ( FAS ) dimana reaksinya :



Indikator ferroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu disaat warna hijau biru larutan berubah menjadi coklat merah. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  dalam larutan blangko adalah  $K_2Cr_2O_7$  awal, karena diharapkan blangko tidak mengandung zat organik yang dapat dioksidasi oleh  $K_2Cr_2O_7$ .

## 2.6. Total Suspended Solid (TSS)

Zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya : partikel tersuspensi koloidal ( partikel koloid ) dan partikel tersuspensi biasa ( partikel tersuspensi ).

Bila nilai TSS yang diukur besar maka pengolahan air tersebut tidak sempurna. Kekeruhan air PAM diakibatkan karena kandungan padatan senyawa organik dan mikroorganisme.

## 2.7 Spektrofotometri

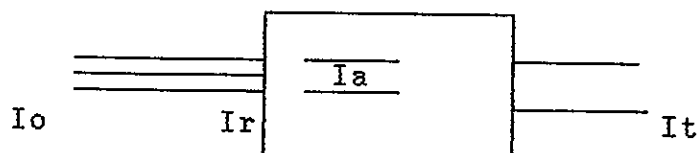
Alat spektrofotometer UV VIS dapat digunakan untuk analisa kualitatif maupun analisa kuantitatif suatu senyawa dalam larutan. Alat ini berdasar pada kemampuan unsur untuk menyerap energi radiasi pada daerah panjang gelombang sinar tampak atau sinar lembayung pada struktur elektron.<sup>6</sup>

### 1. Hukum-hukum Penyerapan

Bila berkas cahaya polikromatik atau monokromatik lewat media transparan [gas, cair, padat] maka sebagian cahaya akan :

- a. Diserap media [absorben]
- b. Dipantulkan [reflekted]
- c. Dipancarkan [transmitted]

Besar penyerapan sebanding dengan tebal media atau kepekatan zat yang dilarutkan. Unsur akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada senyawaan/warna yang ada. Jalan cahaya sebagai berikut :



Gambar 2.1. Jalannya sinar

Keterangan :

$I_o$  = intensitas cahaya mula-mula.

$I_r$  = intensitas cahaya yang dipantulkan.

$I_a$  = intensitas cahaya yang diserap.

$I_t$  = intensitas cahaya yang diteruskan.

Maka  $I_o = I_a + I_r + I_t$ .....[1]

Untuk udara-gelas [bila kita pakai kuvet dari gelas] harga  $I_r$  kecil,prakteknya contoh dan standar sama, karenanya dapat diabaikan sehingga  $I_o = I_a + I_t$ .....[2]

Teori tentang spektrofotometri, diantaranya adalah :

1. Hukum Lambert : hubungan antara  $I_o$  dengan  $I_t$ .

Bila suatu cahaya monokromatik melalui suatu media yang transparan penurunan intensitas cahaya yang diteruskan sebanding dengan bertambahnya tebal media  $[b]$

$$-dt/dt = kI$$

$$\log I_t/I_o = -k_1b \quad k_1 = 2,303 \ln k \dots\dots\dots[3]$$

2. Hukum Beer [1852] : hubungan antara  $I_t$  dengan  $I_o$  terhadap kepekatan media  $[c]$ . Bila suatu cahaya monokromatik lewat media transparan maka penurunan intensitas cahaya yang diteruskan melalui media sebanding dengan bertambahnya kepekatan  $[c]$ .

$$-dI/dc = k I$$

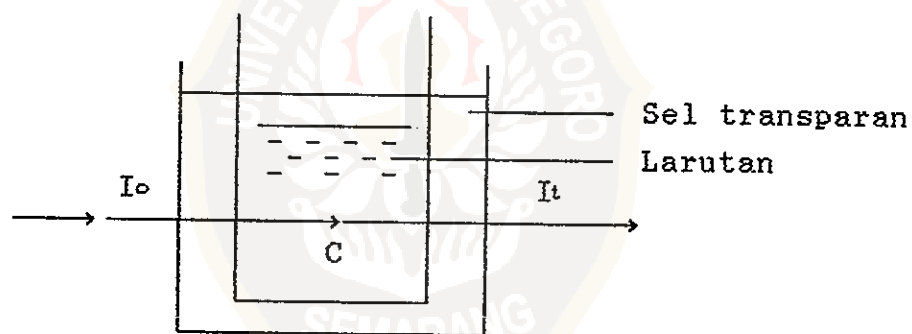
$$-\log I_t/I_0 = kzc \quad kz = 2,303 \ln k \dots\dots\dots[4]$$

Hubungan antara Lambert dan Beer berbunyi :

Bila cahaya monokromatik lewat media transparan maka intensitas cahaya yang dipancarkan sebanding dengan bertambahnya kepekatan dari media.

$$-\log I_t/I_0 = k_1 k_2 c b \dots\dots\dots[5]$$

$$-\log I_t/I_0 = \epsilon c b \dots\dots\dots[6]$$



Gambar 2.2. Menggambarkan hukum Lambert-Beer.

Bila konsentrasi ( $c$ ) dalam mol/L dan tebal media ( $b$ ) dalam cm dan  $\epsilon$  disebut koefisien ekstinsi molekuler biasanya yang dihitung adalah serapan (absorbansi,  $A$ ).

$$\text{Transmitansi (T)} = I_t/I_0$$

$$\text{Serapan (A)} = -\log T \text{ maka serapan (A)} = \epsilon b c$$

Persamaan di atas merupakan dasar spektrofotometri.

## 2. Penyimpangan hukum Lambert-Beer

Penyimpangannya antara lain :

- a. Cahaya yang dipakai tidak monokromatik.
- b. Contoh terlalu pekat.
- c. Pengaruh dari ion-ion yang ada.
- d. Terjadi penguraian dari zat yang diperiksa.
- e. Kuvet yang digunakan berbeda/kotor.

## 3. Perangkat alat

Spektrofotometer terdiri dari 5 bagian utama yaitu sumber radiasi, monokromator, kuvet, detektor dan rekorder.

## 2.8 Aluminium

### 2.8.1 Sifat-sifat

Seperti logam perak, berat Al ringan, mudah dibentuk, dipakai sebagai bahan anti korosi dan bahan penghantar, juga dapat dipadukan dengan tembaga, magnesium, silikon. Aluminium mempunyai titik lebur  $660^{\circ}\text{C}$ , titik didih  $1800^{\circ}\text{C}$ , berat jenis 2,7 dan mempunyai valensi 3. Aluminium didapat berlimpah pada bentuk mineral, batuan dan tanah liat. Senyawa utama sebagai Aluminium Oksida (Alumina) yang banyak digunakan dalam industri. Al didapatkan dalam bentuk logam pada batuan bumi sekitar 8,1% yang merupakan tingkat ke tiga dari unsur penyusun kerak bumi didapatkan sebagai Aluminium silikat, tanah liat, Kaolin dan Mika. Al

digunakan pada bangunan industri pesawat terbang, penghantar listrik, bahan peledak, zat warna, cat dan sebagai bahan koagulan dalam pengolahan air. Pada pengolahan air minum, pengujian untuk Al dinyatakan dalam mg/L.<sup>(4)</sup>

### 2.8.2 Efek kesehatan

Al dianggap tidak terlalu membahayakan dalam tubuh manusia, dan bila berlebihan akan mengakibatkan iritasi lambung. Dalam penelitian bila konsentrasi Al sangat tinggi pada daerah otak pasien akan menyebabkan penyakit Alzheimers yaitu terganggunya sistim rangsangan saraf pada usia lanjut. Pada pasien kronis sindrom radang selaput otak disebabkan adanya akumulasi Al, tetapi masuknya bahan antasida yang mengandung Al memperpanjang rangsangan untuk mengikat pospat dalam lambung sehingga peradangan tidak terjadi. Dari penelitian kandungan Al pada binatang tes terhadap bahaya kanker, cacat lahir, gangguan pertumbuhan memberikan hasil yang negatif. Untuk penelitian lebih lanjut hendaknya air yang digunakan adalah air lunak dimana telah mengalami deionisasi. Standar Al menurut WHO adalah 0,003 mg/L - 2,4 mg/L.

### 2.8.3 Analisa Al

Kompleks ion Al berwarna dapat ditentukan secara langsung dengan kolorimetri sesuai dengan reagen yang digunakan. Biasanya reagen yang digunakan adalah asam

aurintrikarboksilat dalam bentuk garam. Asam lemah seperti asam asetat (asam bufer) atau medium netral, Amonium aurintrikarboksilat menghasilkan warna merah tua sesuai jumlah Al. Al dapat juga ditentukan dengan analisis spektrofotometri dengan penambahan asam asetat, amoniak, alizarin, campuran positip larutan berwarna kuning orange pada absorbansi dengan panjang gelombang 535 nm.<sup>(8)</sup>

