

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Air Laut

##### 2.1.1. Komposisi dan kelimpahan

Permukaan bumi terdiri dari daratan dan perairan di mana perairannya dapat berbentuk laut, samudra, danau-danau air tawar dan sungai-sungai. Perairan tersebut seluruhnya berjumlah 361.000.000 km<sup>2</sup> atau 71% dari seluruh permukaan bumi, dan sisanya 149.000.000 km<sup>2</sup> atau 29% adalah daratan.<sup>4)</sup>

Air laut banyak mengandung zat-zat yang terlarut di dalamnya yang merupakan zat kimia yang penting. Secara garis besar komposisi kimia dari air laut adalah konstituen-konstituen utama salinitas, unsur-unsur runtu, gas-gas, senyawa-senyawa organik dan material tersuspensi. Tabel 2.1 : Komposisi ion-ion penyusun utama salinitas.<sup>5)</sup>

ion-ion	persen (%)
Cl <sup>-</sup>	55,04
Na <sup>+</sup>	30,61
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	7,68
Mg <sup>2+</sup>	3,69
ca <sup>2+</sup>	1,16
K <sup>+</sup>	1,10
	<hr/>
	99,28

Tabel 2.2 : Unsur-unsur utama air laut dan besarnya konsentrasi.<sup>6</sup>

senyawa/ion	per seribu berat(g/kg)
Cl <sup>-</sup>	18,980
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	2,649
Br <sup>-</sup>	0,065
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,026
F <sup>-</sup>	0,001
Na <sup>+</sup>	10,556
Mg <sup>++</sup>	1,272
Ca <sup>++</sup>	0,400
K <sup>+</sup>	0,380
Sr <sup>++</sup>	0,013

Tabel 2.2 : Komposisi gas dalam air laut

jenis gas	konsentrasi (cm <sup>3</sup> /l air laut)
nitrogen	13
oksigen	2-80
argon	0,32
CO <sub>2</sub>	50
neon	1,80.10 <sup>-4</sup>
helium	5,00.10 <sup>-5</sup>
kripton	6,00.10 <sup>-6</sup>

### 2.1.2. Salinasi dan Teknik Desalinasi

Salinitas didefinisikan sebagai jumlah total dari material padat yang terlarut dalam 1 kg air laut dimana semua karbonat telah diubah menjadi oksidanya, semua iodin dan bromin dianggap sebagai klorin dan semua bahan

organik dioksidasi sempurna. Definisi ini dapat menimbulkan pengertian bahwa salinitas adalah hal yang sangat kompleks dan sangat sulit diukur karena air laut adalah campuran dari berbagai senyawa yang sangat sempurna. Karena itu, kelimpahan relatif dari unsur pokok/utama yang terbesar merupakan tetapan yang penting agar kondisi pengukuran secara kimia dari salinitas menjadi sederhana. Unsur pokok yang menjadi kelimpahan terbesar dan paling mudah diukur adalah ion klorida.

Klorinitas adalah angka yang diperoleh dari pengukuran secara langsung adanya ion klorida dari sampel air yang diberikan dan biasanya dinyatakan dalam g/kg dari air laut atau bagian per seribu (‰). Ion klorida berjumlah sekitar 55,04 % dari beberapa sampel air laut yang diteliti sehingga dengan mengukur konsentrasi ion klorida dapat ditentukan salinitas sampel air laut dengan menggunakan rumus:

$$\text{Salinitas} = \text{klorinitas} \times 1,80655 \text{ g/kg } (\text{‰})$$

Metode klasik pengukuran klorinitas adalah dengan titrasi menggunakan standar perak nitrat. Dengan kemajuan di bidang Oseanografi, salinitas dapat ditentukan dengan salinografi.<sup>5)</sup>

Perubahan air laut menjadi air tawar (desalinasi) telah lama dikenal dan dilakukan orang. Ada beberapa metode yang secara umum digunakan untuk penghilangan atau pengurangan garam-garam dalam air laut yaitu :

a. Penukar ion (*ion exchange*)

Penanganannya menggunakan basa lemah tipe resin penukar anion atau asam lemah tipe penukar kation tergantung dari ion/senyawa yang akan dihilangkan.

b. Elektrodialisis

Prosesnya melibatkan penggunaan membran selektif ion. dengan adanya arus listrik, ion-ion dalam air akan menembus membran sedangkan air akan tertahan.

c. Penyulingan/distilasi

Cara ini hanya dipakai bila kondisi memadai dan dalam jumlah yang terbatas seperti untuk kepentingan pelayaran karena untuk perubahan fasa/distilasi diperlukan kalor atau energi yang banyak sehingga dinilai kurang ekonomis.

d. Osmosis balik

Air dilewatkan pada suatu membran semi permeabel dengan pemberian tekanan. Membran hanya dilalui pelarut (air) sedangkan ion-ion dalam air akan ditolak.<sup>7)</sup>

Selain ke-4 cara di atas, telah dilakukan penelitian desalinasi dengan cara filtrasi menggunakan pasir besi. Efektivitas desalinasi cara ini adalah 21,77% pada penyaringan pertama air laut dengan ukuran butiran pasir besi sebesar 100 mesh.<sup>2)</sup>

## 2.2. Pasir

### 2.2.1. Jenis dan komposisi pasir

Pasir adalah  $\text{SiO}_2$  tidak murni, sedangkan yang murni disebut "pasir kwarsa". Dibuat dari pasir laut, dipijarkan untuk menghilangkan zat organik, kemudian dipanaskan dengan HCl.<sup>8)</sup>

Pasir kwarsa digolongkan menjadi dua yaitu pasir kwarsa putih dan pasir kwarsa hitam. Pasir ini terbentuk akibat dari hasil pelapukan batuan-batuan yang mengendap. Sifat kimia pasir kwarsa bermacam-macam tergantung tipe dan asal dari pasir kwarsa tersebut namun pada dasarnya unsur-unsur yang terkandung sama hanya komposisinya yang berbeda.

Tabel 2.4 : Komposisi kimia pasir kwarsa <sup>9)</sup>

senyawa	% berat
$\text{SiO}_2$	47,75-95,4
$\text{Al}_2\text{O}$	1,10-13,5
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,40- 3,8
$\text{FeO}$	0,20- 3,5
$\text{CaO}$	1,27-18,75
$\text{MgO}$	0,10- 4,48
$\text{TiO}_2$	0,20- 0,6

Pasir besi adalah pasir yang banyak mengandung oksida-oksida besi. Berdasarkan hasil analisa secara mineralogi mineral-mineral besi yang ada pada pasir besi

adalah magnetit ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Fe}_3\text{O}_4$ ), ilmenit ( $\text{FeTiO}_2$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan limonit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2(\text{OH})_x \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang terkontaminasi oleh ampibol, piroksin, kwarsa, biotit dan kalsit.<sup>10)</sup>

Cadangan pasir besi terdapat di sepanjang pantai selatan pulau Jawa dalam jumlah cukup banyak terutama di daerah Yogyakarta. Kegiatan pertambangan pasir besi dilakukan di daerah Cilacap dan Kutoarjo, propinsi Jawa Tengah. Hasil produksinya mula-mula di ekspor ke Jepang, tetapi sekarang produksi pasir besi diutamakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik semen di dalam negeri yang semakin meningkat.

Tabel 2.5 : Komposisi kimia pasir besi Cilacap menurut hasil analisa laboratorium PT Aneka Tambang Unit Pasir Besi Cilacap tahun 1997

kandungan	% berat
Fe total	48,00 - 53,00
TiO <sub>2</sub>	8,00 - 10,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,00 - 4,50
CaO	0,72
SiO <sub>2</sub>	3,50 - 6,00
MgO	3,00 - 4,50
P	0,70 - 0,80
S	0,02 - 0,03
Mn	0,5 - 0,96
Air	5,00 - 15,00

### 2.2.2. Pasir sebagai filtrasi

Filtrasi adalah pengurangan lumpur tercampur dan partikel lainnya penyebab kekeruhan dengan melewatkan pada media porous. Kedalaman penyaringan menentukan derajat kebersihan air yang disaringnya. Pasir yang digunakan sebaiknya seragam dan semakin halus ukuran pasir akan semakin efektif, tetapi ada kerugiannya yaitu akan cepat macet dan mudah tersumbat sehingga menambah biaya operasi. Ternyata penetrasi partikel-partikel kotoran yang dapat dipisahkan oleh pasir hanya mencapai kedalaman 3-5 cm saja.<sup>14)</sup>

Dalam pengambilan partikel melalui filtrasi melibatkan beberapa mekanisme. Sebagian merupakan mekanisme secara fisik dan sebagian lainnya adalah secara kimia. Untuk mengambil pengotor secara sempurna melalui filtrasi, harus dikombinasikan kedua cara fisika dan kimia yang terjadi pada dasar granuler/butiran. Proses filtrasi, dan koagulasi tidak terpisahkan dan saling berhubungan dan dianggap sebagai penanganan dengan hasil terbaik. Koagulan yang baik juga merupakan *filter aids* yang efisien.

Pengambilan/penghilangan suatu partikel dalam filter terdiri dari sedikitnya 2 tahap :

1. Transpor partikel ke permukaan padat-cair dari butiran *filter aids* atau ke partikel flok lainnya yang tertahan lebih dulu dalam dasar/*bed*.
2. Pengikatan dan adsorpsi partikel pada permukaan.

Untuk mengatur filter selama digunakan, *filter aids* yang menyelubungi butiran filter harus ditambahkan secara kontinu.

Adsorpsi partikel pada permukaan butiran-butiran filter adalah faktor penting dalam melakukan filtrasi. Faktor-faktor fisika yang mengakibatkan adsorpsi adalah sifat filter dan partikel itu sendiri. Adsorpsi adalah fungsi dari ukuran butiran partikel filter, kecepatan aliran partikel, karakteristik pengikatan/pelekatan. Faktor-faktor kimia yang mengakibatkan adsorpsi adalah karakteristik kimia dari partikel, medium partikel dan medium filter. Hal yang penting dari karakteristik kimia adalah ikatan van der Waals (ikatan kohesif molekul antar partikel).<sup>12)</sup>

Pengotor-pengotor dalam air yang dapat dihilangkan dengan filtrasi adalah kekeruhan, bakteri, alga, virus, besi teroksidasi dan mangan, partikel radioaktif, senyawa-senyawa kimia yang ditambahkan dalam pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) dalam pengolahan air, logam-logam berat dan beberapa senyawa lainnya. Karena filtrasi merupakan proses kimia dan fisika, maka banyak variabel-variabel yang mempengaruhi efisiensi filtrasi. Variabel-variabel ini ada baik dalam air yang digunakan dalam filtrasi maupun dalam filter itu sendiri.

Efisiensi dari filtrasi dipengaruhi oleh sifat-sifat dari air yang digunakan yaitu : temperatur, filtrabilitas, ukuran, konsentrasi dan kualitas pengikatan/pelekatan dari



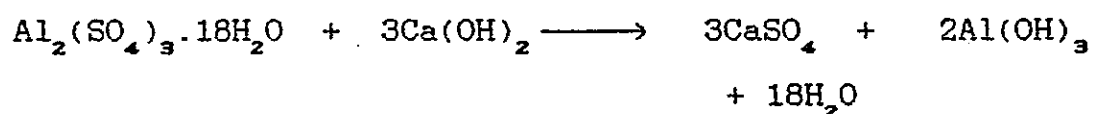
partikel. Air yang dingin khususnya lebih sulit untuk difiltrasi daripada air panas, tetapi biasanya tidak ada kontrol terhadap kelebihan temperatur air. Filtrabilitas berhubungan dengan ukuran dan kualitas pengikatan.

Beberapa sifat dari filter yang mempengaruhi efisiensi filtrasi adalah ukuran dan lapisan dari butiran filter, kemampuan penyerapan dari dasar/alas (*bed*), penataan dari butiran (apakah dari lembut ke kasar atau dari kasar ke lembut), kedalaman dasar/alas (*bed*). Secara umum efisiensi filtrasi meningkat dengan semakin kecilnya ukuran butiran, penurunan porositas/kemampuan penyerapan dan meningkatnya kedalaman alas/dasar. Total luas permukaan dari butiran media filter adalah penting karena hal ini mewakili total area/luas yang ada untuk mengadsorpsi.<sup>39</sup>

### 2.3. Filter Aids

#### 2.3.1. Aluminium sulfat

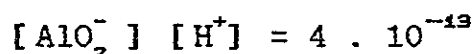
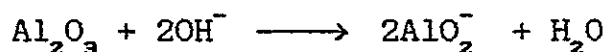
Merupakan koagulan yang paling banyak digunakan dalam pengolahan air buangan dan mempunyai rumus kimia  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ . Alum dapat diperoleh dalam bentuk cairan maupun padatan. Jika alum ditambahkan ke dalam air dalam suasana basa, reaksinya:



Aluminium hidroksida yang mempunyai rumus kimia  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dan bersifat amfoter dapat aktif dalam suasana basa maupun asam.

Dalam suasana asam:  $[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = 1,9 \cdot 10^{-33}$

Pada pH = 4, konsentrasi  $\text{Al}^{3+}$  51,3 mg/l terdapat dalam larutan. Dalam suasana basa, aluminium hidroksida terdisosiasi:

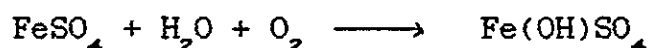


Pada pH 9, konsentrasi aluminium 10,8 Mg/l terdapat dalam larutan.

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. Diantara batas-batas ini flok-flok yang terbentuk bermuatan campuran positif dan negatif. Alum dalam dosis tinggi digunakan pada beberapa pengolahan air buangan industri.<sup>19)</sup>

### 2.3.2. Ferro sulfat

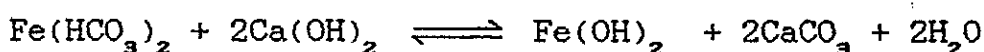
Ferro sulfat dengan rumus kimia  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  berupa kristal berwarna putih kehijauan, dapat diperoleh dari berbagai proses kimia, seperti penyepuhan logam dan proses galvanisasi. Ferro sulfat di udara mudah teroksidasi menjadi  $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$  yang berwarna kecoklatan Reaksinya :



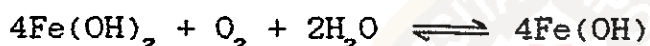
Dalam sebagian besar kasus, ferro sulfat tidak bisa digunakan sendiri sebagai pengendap, karena soda harus ditambahkan dalam waktu bersamaan untuk membentuk endapan.



Jika sekarang ditambahkan soda dalam bentuk  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , reaksinya adalah :



Selanjutnya  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  akan dioksidasi menjadi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  sebagai bentuk yang diharapkan oleh adanya  $\text{O}_2$  yang terlarut dalam air.<sup>14)</sup>



#### 2.4. Analisa Argentometri

Argentometri adalah cara analisa pengendapan yang melibatkan penggunaan larutan  $\text{AgNO}_3$  sebagai larutan standar. Cara ini terutama digunakan untuk menganalisa ion-ion  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  dan  $\text{I}^-$  dan terbukti cukup efektif.

Argentometri dapat dibedakan menjadi 3 cara menurut indikator yang digunakan.

a. Cara Mohr: indikator:  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , titran:  $\text{AgNO}_3$ .

Untuk menentukan garam klorida dengan titrasi langsung, atau menentukan garam perak dengan titrasi kembali setelah ditambah larutan  $\text{NaCl}$  berlebih. Titrasi Mohr terbatas pada larutan-larutan dengan harga-harga pH dari 6-10.

b. Cara Volhard: indikator:  $\text{Fe}^{3+}$ , titran:  $\text{KSCN}$  atau  $\text{NH}_4\text{SCN}$

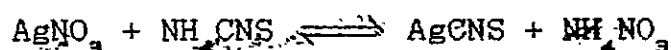
Untuk menentukan garam perak dengan titrasi langsung, atau garam-garam klorida, bromida, iodida, tiosianat dengan titrasi kembali setelah ditambah larutan baku  $\text{AgNO}_3$  berlebih.

c. Cara Fajans: indikator: salah satu indikator adsorpsi menurut macam anion yang diendapkan oleh  $\text{Ag}^+$ , titran:  $\text{AgNO}_3$ , pH tergantung dari macam anion dan indikator yang dipakai.

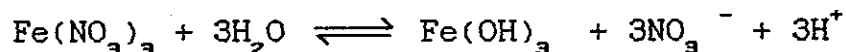
Pengendapan indikator seharusnya terjadi pada atau dekat dengan titik ekuivalen titrasi. Penggunaan  $\text{Fe}^{3+}$  sebagai indikator berdasarkan pada pembentukan ion kompleks  $\text{Fe}(\text{CNS})^{2+}$  yang berwarna merah bila  $\text{Fe}^{3+}$  bereaksi dengan  $\text{CNS}^-$ . Reaksinya adalah sebagai berikut:



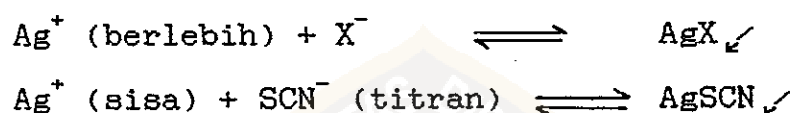
$\text{CNS}^-$  dapat juga bereaksi dengan  $\text{Ag}^+$  membentuk garam  $\text{AgCNS}$  yang dapat larut (kelarutan  $1 \cdot 10^{-12}$ ). Hal ini memungkinkan untuk titrasi larutan garam perak dengan  $\text{NH}_4\text{CNS}$  ( $\text{KCNS}$ ) bila ada garam  $\text{Fe}^{3+}$ , seperti  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  sebagai indikator. Reaksinya adalah sebagai berikut:<sup>15)</sup>



Suasana harus asam untuk mencegah hidrolisa garam ferri.



Karena titrannya  $\text{SCN}^-$  dan reaksinya berlangsung dengan  $\text{Ag}^+$ , maka dengan cara Volhard, titrasi langsung hanya dapat digunakan untuk penentuan  $\text{Ag}^+$  dan  $\text{SCN}^-$ , sedang untuk anion-anion lain seperti halida ( $\text{X}^-$ ) ditentukan dengan cara titrasi kembali. Pada larutan  $\text{X}^-$  ditambahkan  $\text{Ag}^+$  berlebih yang diketahui konsentrasinya, lalu dititrasi dengan  $\text{KSCN}/\text{NH}_4\text{SCN}$  untuk menentukan kelebihan  $\text{Ag}^+$ . Maka titran selain bereaksi dengan  $\text{Ag}^+$  tersebut, mungkin bereaksi pula dengan endapan  $\text{AgX}$  :



Bila hal ini terjadi, tentu terdapat kelebihan titran yang bereaksi dan juga titik akhir melemah (warna berkurang). Reaksi tersebut makin mengarah ke kanan bila  $\text{AgX}$  makin besar kelarutannya di banding dengan kelarutan  $\text{AgSCN}$  seperti pada perak klorida . Perak klorida cenderung untuk melarut kembali menurut reaksi :



Jadi ion tiosianat dapat dipakai oleh ion perak berlebih, juga oleh endapan perak klorida sendiri. Jika hal ini terjadi maka hasil yang rendah akan diperoleh pada analisa ini.

Namun reaksi ini dapat dicegah dengan menyaring perak klorida nya atau dengan menambahkan nitrobenzena sebelum titrasi dengan tiosianat.<sup>10</sup>