

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah dan merupakan kebutuhan pokok sehari-hari makhluk hidup di dunia ini yang tidak dapat dipisahkan.

Air merupakan suatu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan, terutama penyakit. Melalui penyediaan air bersih yang baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya diharapkan mampu memperbaiki kualitas hidup dan dapat memperbaiki suatu proses produksi di suatu industri, karena semakin maju tingkat hidup seseorang, maka akan semakin tinggi pula tingkat kebutuhan air. (Sutrisno, C.T. 2004)

2.2 Sumber – sumber Air

Sumber- sumber air bisa dikelompokkan menjadi 4 golongan, yaitu :

1. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%.

2. Air atmosfer, air meteorologik

Air atmosfer adalah air hujan, dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran – kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal

ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan). Selain itu juga air hujan ini juga mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

3. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya.

Beberapa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia, dan bakteriologi. Air permukaan ini dibagi menjadi dua macam, yakni :

a. Air Sungai

Air sungai pada umumnya memiliki derajat pengotoran yang tinggi. Hal ini karena pada saat mengalir, partikel- partikel padat seperti lumpur ikut terbawa arus sungai. Selain itu juga banyak bakteri serta kandungan bahan-bahan organik lainnya.

b. Air Rawa/danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah mebusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat.

Adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O_2 kurang sekali (anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn akan larut. Jadi untuk pengambilan air sebaiknya

pada kedalaman tertentu ditengah-tengah agra endapan-endapan Fe dan Mn tak terbawa.

4. Air tanah

Air tanah terbagi menjadi 3 golongan, yaitu :

a. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah.

Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat tanah, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal yang terdapat pada kedalaman 15 meter..

b. Air tanah dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan air pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Air tanah dalam dapat ditemukan pada kedalaman 100-300 meter. Pada umumnya air tanah tanah dalam lebih baik dari air tanah dnagkal,karena peyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunana unsur-unsur kimia tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu

akan menjadi sadah karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas CO_2 dan $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$.

Untuk mengurangi kadar Fe yang menyebabkan korosi itu maka harus diadakan pengolahan dengan jalan aerasi yaitu memberikan kontak dengan udara sebanya-banyaknya agar $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan $\text{Mn}(\text{OH})_2$ mengendap dan kemudian disaring. Air sadah tidak ekonomis dalam penggunaannya, karena.

-Terlalu boros dalam pemakaian sabun.

-Menggangu pada ketel-ketel air.

c. Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas / kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarannya terbagi atas:

-Rembesan, dimana air keluar dari lereng –lereng.

-Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran. (Sutrisno, C.T. 2004)

2.3 Kesadahan air

Air sadah adalah air yang mengandung garam-garam kalsium dan magnesium. Garam – garam tersebut terlarut sebagai ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} bersama-sama dengan anion HCO_3^- , SO_4^{2-} , dan Cl^- . Air asadah adalah air yang memiliki kesadahan yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bias

dikarenakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Air sadah memang tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineal yang menyumbat saluran pipa dan keran.

Adanya garam tersebut dalam air tergantung pada keadaan geologi lingkungan sumber air tersebut dan terjadi secara alamiah. Sebagai contoh air yang melewati daerah yang berkapur akan banyak mengandung CaSO_4 . Kerugian yang ditimbulkan oleh air sadah antara lain :

1. Menyebabkan sabun tidak berbusa (berbuih). Sabun akan berbusa jika ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} diendapkan. Jadi air sadah mengurangi daya pembersih sabun, sehingga pemakaian sabun menjadi boros.
2. Menimbulkan kerak pada ketel yang dapat menyumbat katup-katup pada ketel tersebut. Hal ini mengakibatkan penghantaran panas dari ketel berkurang sehingga memboroskan penggunaan bahan bakar. (Kuswanti, T, dkk. 2007)

Kesadahan air dapat digolongkan menjadi dua macam :

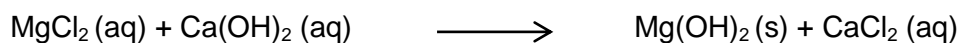
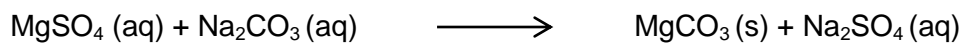
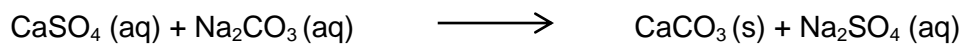
1. Kesadahan sementara

Kesadahan sementara adalah keadaan dimana air mengandung garam bikarbonat, yaitu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Kesadahan semnetara dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , dengan jalan pemanasan senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel. reaksi yang terjadi adalah :

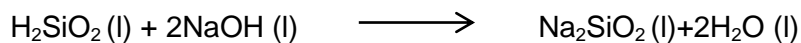
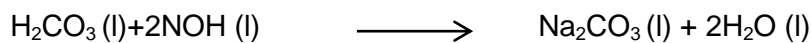
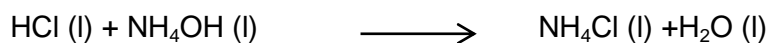
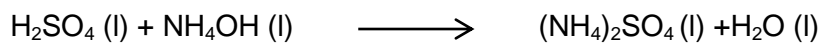


2. Kesadahan tetap

Kesadahan tetap adalah keadaan dimana air mengandung garam sulfat atau klorida, yaitu CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , dan MgCl_2 . Kesadahan tetap tidak bisa dihilangkan dengan cara pemanasan tetapi harus direaksikan dengan soda (Na_2CO_3) atau air kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sehingga ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan mengendap. Reaksinya sebagai berikut :



Sedangkan untuk anionnya Cl^- , NO_3^- , dan SO_4^{2-} dapat dihilangkan kesadahan yaitu dengan NH_4OH maupun NaOH . Berikut reaksinya :



(Kuswanti, T., Sofyatiningrum, E., dkk. 2007)

2.4 Penyebab kesadahan air

Terjadinya air sadah di alam disebabkan adanya proses kimiawi pada silus air yang melewati tanah dan batuan sebagai sumber kation-kation penyebab kesadahan. Air hujan yang jatuh di tanah sesungguhnya sukar melarutkan mineral-mineral atau padatan tanah untuk terlarut di air tanah. Kemampuan melarutkan mineral-mineral disebabkan oleh pengaruh gas CO_2 yang dilepaskan oleh aktivitas bakteri atau mikroorganisme dalam aktivitas hidupnya. CO_2 yang larut dalam air

akan menghasilkan asam karbonat H_2CO_3 sehingga pH air akan turun. Pada pH yang lebih rendah batuan-batuan kapur akan lebih mudah larut dalam air. (Suyanto, dkk. 2004)

2.5 Pertukaran Ion

Pertukaran ion ini bertujuan untuk menghilangkan ion yang tidak diinginkan dari air baku dengan memindahkan ion-ion tersebut ke resin. Penukar ion memiliki kapasitas yang terbatas dalam kemampuan menukar ion yang disebut kapasitas tukar. Karena ini, penukar ion atau resin akhirnya menjadi jenuh. Untuk membuat agar resin yang akan digunakan tidak lagi jenuh maka resin tersebut dibackwash dengan larutan regenerasi yang kuat dan berisi senyawa yang diinginkan ion, dan ini digunakan untuk menggantikan akumulasi ion yang tidak diinginkan. Operasi ini adalah proses kimia siklik, dan siklus lengkap biasanya meliputi sistem operasi, backwashing, regenerasi, pencucian.

Dalam pertukaran ion, ion terlarut dalam air baku dihilangkan atau ditukar dengan menggunakan resin penukar ion untuk memperoleh kualitas yang tepat untuk setiap sistem boiler. Penghilangan semua ion terlarut disebut demineralisasi. Pertukaran ion kalsium dan magnesium dengan ion natrium disebut softening. (Amjad, Z. 2012)

2.6 Sistem demineralisasi

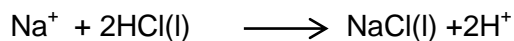
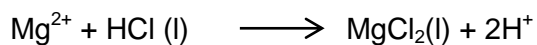
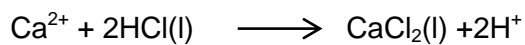
Demineralisasi air adalah sebuah proses penyerapan kandungan ion-ion mineral di dalam air. Air hasil proses demineralisasi digunakan untuk berbagai macam kebutuhan, terutama untuk industri. Industri yang menggunakan air demin

diantaranya yakni pembangkit listrik tenaga uap, industri semikonduktor, dan juga industri farmasi. System demineralisasi terdiri atas:

1. Cation exchanger

Merupakan alat penukar ion-ion positif dengan ion hydrogen. Air yang telah difilter dikirim ke cation exchanger untuk mengganti ion-ion Ca,Na,Mg dengan ion H dalam resin dengan menggunakan asam kuat.

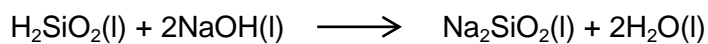
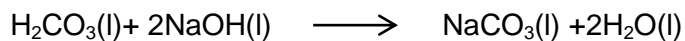
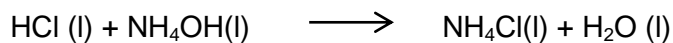
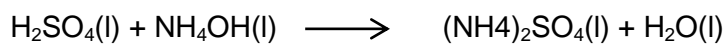
Reaksinya :



2. Anion exchanger

Air dikirim ke anion exchanger dimana kandungan ion-ion chloride, sulfate, silica, bikarbonat yang berkombinasi dengan ion hydrogen yang masih tersisa di dalam air. Alat ini terdiri dari basa lemah untuk menangkap ion SO_4^{-2} , Cl^- dan basa kuat untuk menangkap ion Si^{+2} , CO_3^{2-} .

Reaksinya :



3. Mixed bed exchanger

Air yang masuk mixed bed sangat sedikit kandungan ion-ionnya. Sehingga kation, anion maupun silica yang masih tersisa dihilangkan dalam mixed bed ini. Air dari mixed bed exchanger disimpan dalam demin water storage.

Ada dua tipe kolom resin yang umum digunakan pada proses demineralisasi air. Keduanya adalah *Single Bed* dan *Mixed Bed Ion Exchange Resin*. *Single Bed* berarti di dalam satu kolom hanya terdapat satu jenis resin saja yakni kation resin saja atau anion resin saja. Sedangkan kolom *Mixed Bed* berisi campuran resin kation dan anion.

Jika keseluruhan molekul resin telah mengikat ion sasaran mereka, maka resin dikatakan telah mencapai titik jenuhnya. Untuk dapat menggunakan kembali resin tersebut perlu dilakukan proses regenerasi. Berikut adalah tahapan umum proses regenerasi resin *single-bed* kation atau anion:

1. Lakukan pencucian resin *backwash* dengan mengalirkan air berlawanan arah dengan aliran normal *treatment*. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang mungkin mengendap di dalam kolom.
2. Injeksi *regenerant* (H_2SO_4 atau $NaOH$) yang telah dilarutkan dengan air berkualitas, ke dalam kolom resin. *Regenerant* harus mengalir pada kecepatan yang cukup sehingga waktu kontak dengan resin adalah 20 hingga 40 menit.
3. Alirkan air murni ke dalam kolom dengan kecepatan yang sama dengan tahap sebelumnya.

4. Terakhir, bilas resin dengan mengalirkan air demin dengan kecepatan sama dengan proses *treatment*, sampai air output dari resin ini sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

Untuk proses regenerasi resin *mixed-bed*, membutuhkan tahapan yang lebih banyak. Berikut adalah tahapan-tahapan tersebut:

1. Lakukan *backwash* untuk memisahkan resin kation dengan resin anion.
2. Hentikan *backwash* dan tunggu hingga butiran-butiran resin mengendap.
3. Jika diperlukan, buang air di dalam kolom hingga level mencapai setara dengan ketinggian resin.
4. Injeksikan NaOH pekat yang telah dilarutkan ke dalam air demin.
5. Keluarkan NaOH dari dalam kolom dengan mengalirkan air pelarut ke dalam kolom.
6. Injeksikan larutan asam pekat (seperti hidroklorik atau asam sulfat) ke dalam kolom resin.
7. Keluarkan larutan asam dari dalam kolom dengan mengalirkan air pelarut ke dalam kolom.
8. Buang air hingga mencapai level setara dengan butiran resin.
9. Aduk resin dengan menghembuskan udara terkompresi bersih atau nitrogen bertekanan.
10. Isi kembali kolom dengan air demineralisasi.
11. Lakukan pembilasan terakhir hingga didapatkan kualitas output yang sesuai dengan spesifikasi.

(Setiyadi, T. 1993)

2.7 Titrasi

Titration is a method of determining the concentration of a solution with another solution whose concentration is known.

Complexometric titration is a titration based on the formation of a complex between a cation and a complex-forming reagent. One of the complex-forming reagents that is often used in complexometric titration is sodium ethylenediamine tetraacetate (sodium EDTA). (Mufidah, Laily, Dkk. 2013).

