

BAB 1

PENGOLAHAN AIR

Pengantar

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari maupun untuk kepentingan lainnya seperti pertanian dan industri. Oleh karena itu keberadaan air dalam masyarakat perlu dipelihara dan dilestarikan bagi kelangsungan kehidupan. Air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan. Semua orang tahu betul akan pentingnya air sebagai sumber kehidupan. Namun, tidak semua orang berpikir dan bertindak secara bijak dalam menggunakan air dengan segala permasalahan yang mengitarinya. Malah ironisnya, suatu kelompok masyarakat begitu sulit mendapatkan air bersih, sedangkan segelintir kelompok masyarakat lainnya dengan mudahnya menghambur-hamburkan air.

Kebutuhan akan pentingnya air tidak diimbangi dengan kesadaran untuk melestarikan air, sehingga banyak sumber air yang tercemar oleh perbuatan manusia itu sendiri. Ketidak bertanggung jawaban mereka membuat air menjadi kotor, seperti membuang sampah ke tepian sungai sehingga aliran sungai menjadi mampet dan akhirnya timbul banjir jika hujan turun, membuang limbah pabrik ke sungai yang mengakibatkan air itu menjadi tercemar oleh bahan-bahan berbahaya, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air yang telah tercemar hingga layak digunakan untuk aktivitas sehari-hari.

Dalam bab ini dibahas cara pengolahan air, yaitu:

1. Pengolahan air kotor
2. Pengolahan air bersih
3. Pengolahan air minum
4. Pengolahan Air Bersih Sederhana

A. Pengolahan Air Kotor

Air kotor adalah air buangan dari kamar mandi, WC, dapur dan tempat cuci yang berasal dari buangan rumah tangga, perkantoran hotel, restoran, rumah sakit dan lain sebagainya (buangan domestik), tetapi tidak termasuk air buangan industri dan air hujan.

Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang

Luas areal instalansi Bojongsoang adalah 85 Hektar yang meliputi instalansi dan kolam stabilisasi.

Kapasitas kolam pengolahan:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| a. Debit rata-rata/hari | : 80.835 m ³ /hari |
| b. Debit maksimum | : 243.000 m ³ /hari |
| c. BOD influent | : 360 mg/L |
| d. Temperatur | : 22.50 C |

Proses yang terjadi pada instalansi tersebut meliputi:

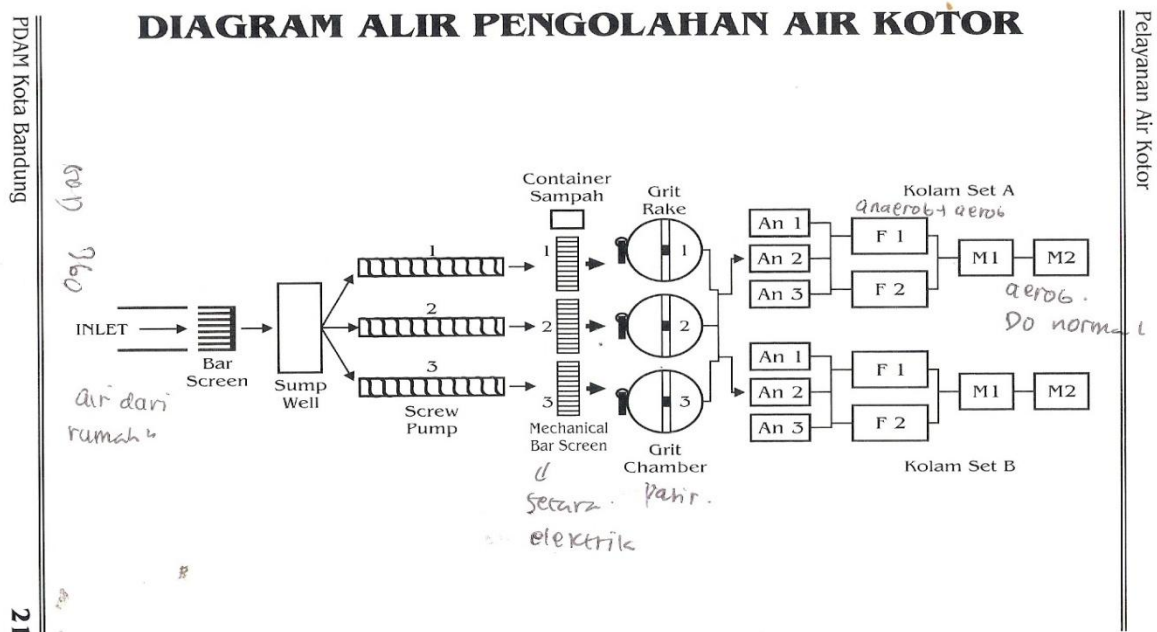
- i. Proses fisik
- ii. Proses Biologi

Proses fisika dilakukan secara mekanik, sedangkan proses biologi meliputi tiga tahap yaitu : Anaerobik, fakultatif, dan maturasi.

Proses pengolahan air limbah pada Instalansi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang meliputi beberapa tahap, antara lain:

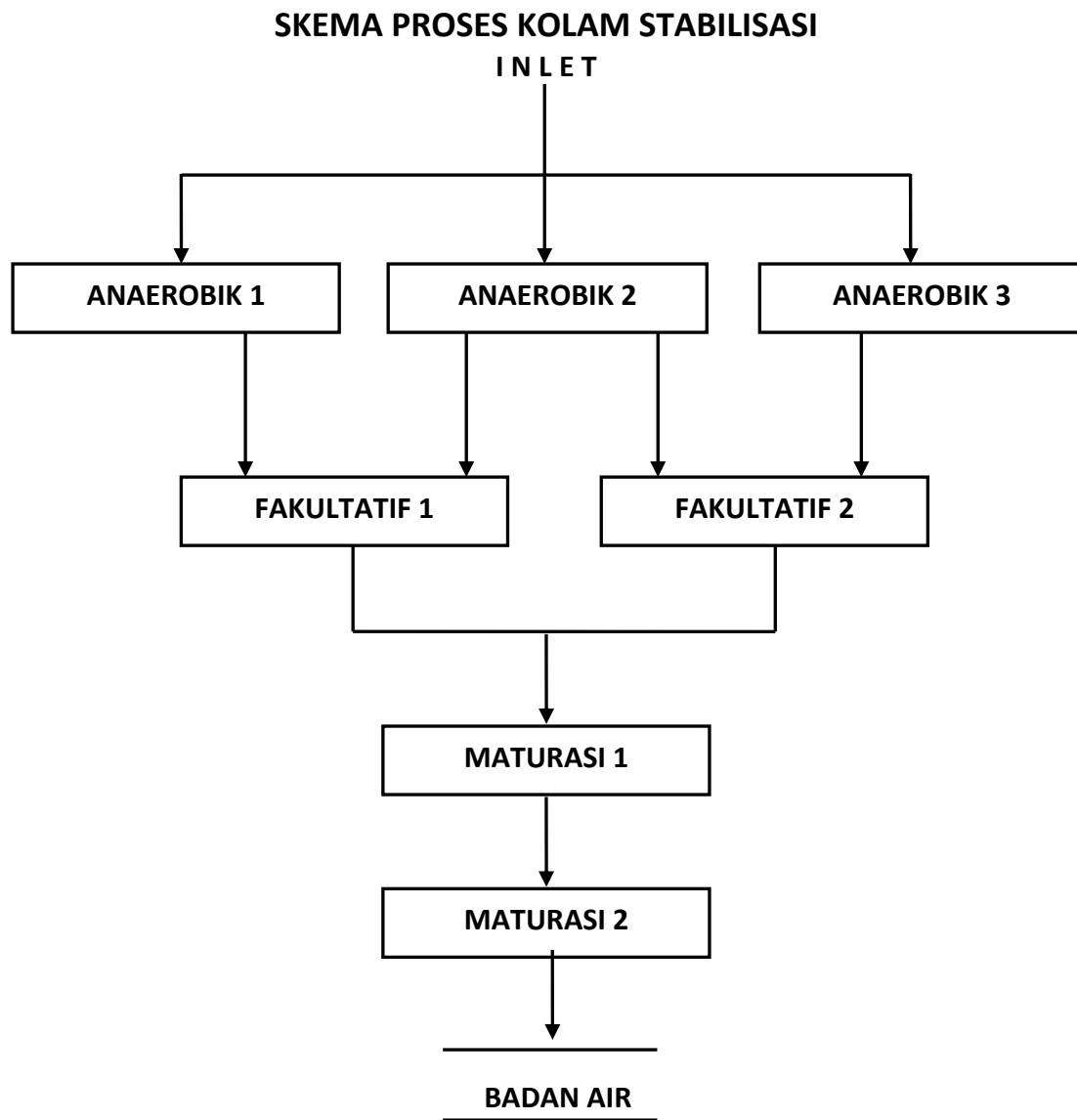
(1). Pengolahan Fisik :

- a. Saringan Kasar (Bar Screen); untuk menyaring sampah yang berukuran besar (>50mm).
- b. Pompa Ulir (Screw Pump); untuk memompa air dari bak penampungan ke Grit Chamber.
- c. Saringan Halus (Mechanical Bar Screen); untuk menyaring sampah berukuran kecil (20mm-50mm).
- d. Screening Press; untuk memadatkan sampah yang dihasilkan oleh saringan halus.
- e. Grit Chamber; bak pemisah Lumpur dan pasir.



(2). Pengolahan Biologik :

- a. Proses Anaerobik; penurunan bahan organik secara anaerobic dengan bantuan mikroorganisme anaerob.
- b. Proses Fakultatif; penurunan bahan organik secara aerob dan anaerob.
- c. Proses Maturasi (pematangan); penyempurnaan kualitas air.



Air hasil olahan berupa effluen yang dilepas ke badan air penerima harus sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

AREAL KOLAM STABILISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR KOTOR



Areal Kolam Stabilisasi

1. Tujuan Penyediaan Sarana Pengolahan Air Kotor

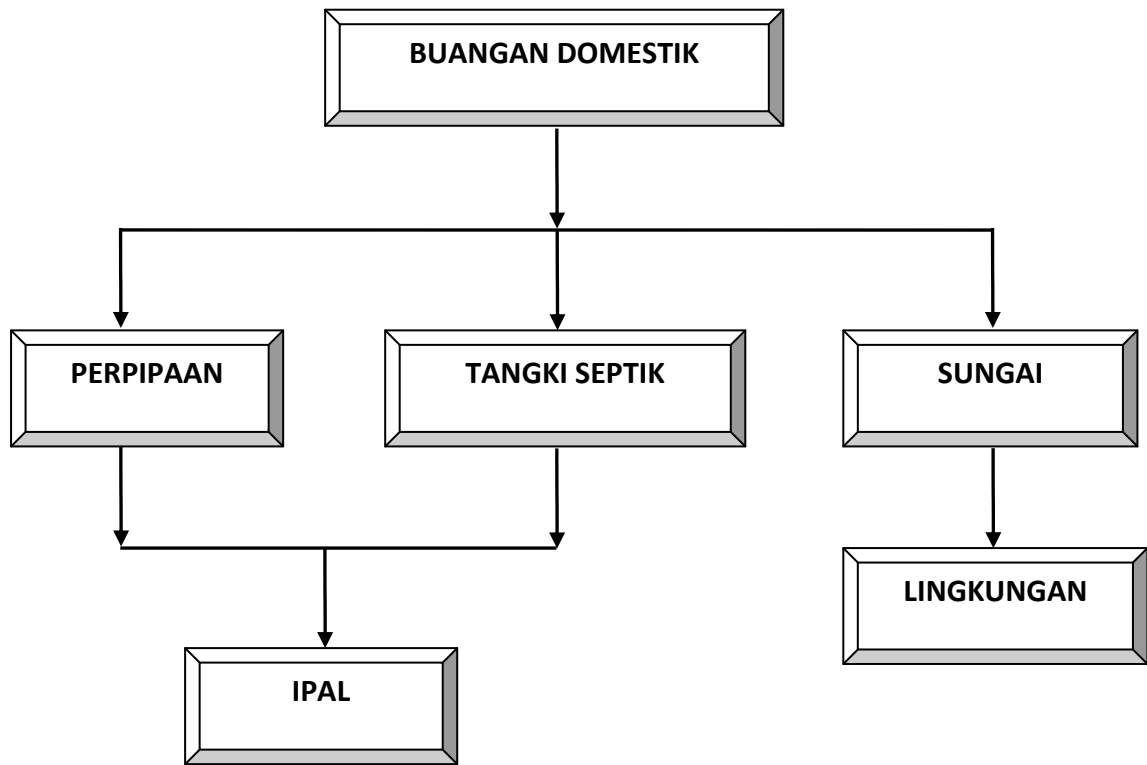
Perbaiki sanitasi lingkungan pemukiman yang bersih, sehat dan berkesinambungan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat melalui terciptanya kesehatan masyarakat.

2. Pemanfaatan Hasil Proses Pengolahan Air Kotor

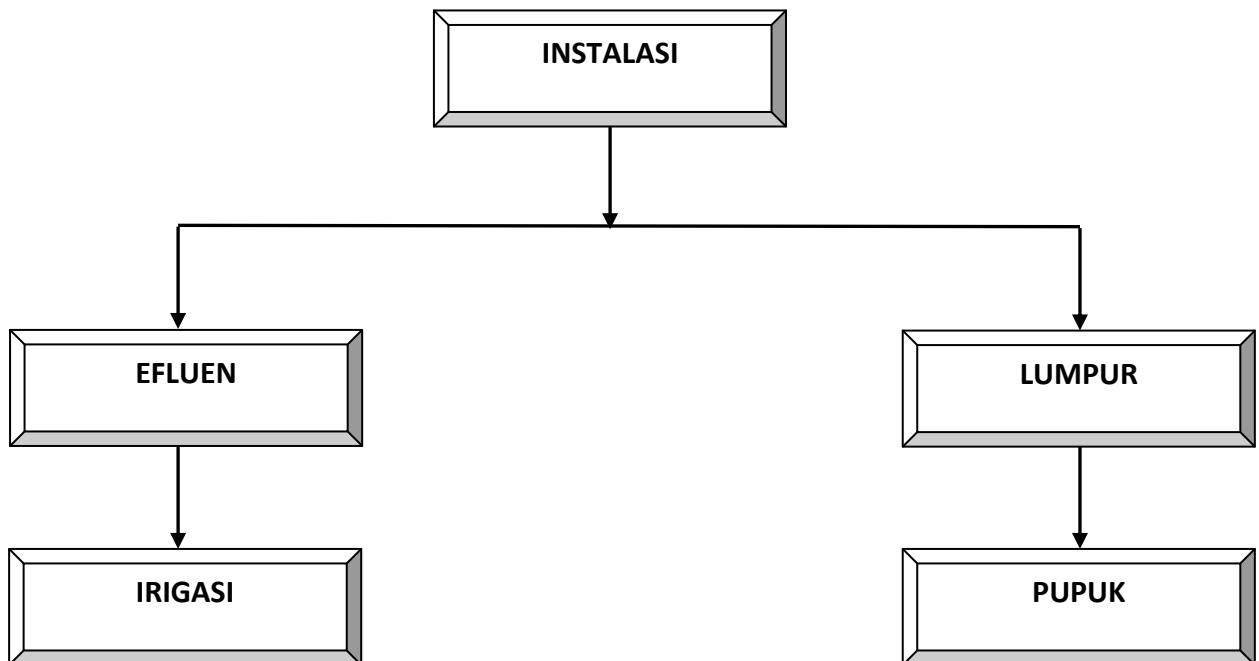
Hasil proses instalasi pengolahan air kotor dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kebutuhan pertanian dan perikanan.

Sebagai produk samping, yaitu berupa lumpur organik. Lumpur tersebut kaya akan bahan-bahan organik karena berasal dari air limbah domestik yang diproses secara biologi. Sesuai dengan produk yang dihasilkan dari sistem pengolahan tersebut, maka lumpur yang dihasilkan diolah untuk dijadikan media tanam yang dapat membantu proses pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

SISTEM PEMBUANGAN AIR LIMBAH DI KOTA BANDUNG



BAGAN PEMANFAATAN PRODUK INSTALASI AIR LIMBAH



3. Benefit Pelayanan Air Kotor bagi Masyarakat

- i. Perbaikan lingkungan pemukiman terutama untuk daerah-daerah padat penduduk.
- ii. Penataan sistem saluran pembuangan.
- iii. Penataan sistem sanitasi lingkungan pemukiman.
- iv. Penurunan tingkat pencemaran pada badan-badan air penerima akibat pembuangan limbah domestik.

B. Pengolahan Air Bersih

Air bersih adalah air yang biasa dipergunakan untuk keperluan rumah tangga yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan apabila diminum harus dimasak terlebih dahulu. Air yang diolah untuk menjadi air bersih berasal dari air permukaan, mata air, dan air tanah.



Proses Pengolahan Air Bersih

1 Air permukaan

Air permukaan adalah sumber air yang terdapat dipermukaan tanah seperti sungai, waduk, bendungan yang merupakan tampungan air hujan, danau.

Proses pengolahan air minum di IPA Badaksinga meliputi :

1. Instalasi didesain untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi standar air minum. Pengambilan sumber air baku melalui bangunan penyadap air (INTAKE/BAK I), kemudian proses pengendapan awal (PRASEDIMENTASI/BAK II) dari Sungai Cisangkuy dialirkan secara gravitasi dan dari Sungai Cikapundung dialirkan menggunakan pompa.

2. Air baku masuk ke bak pengumpul air baku (Colektor Tank) di instalasi pengolahan. Air baku umumnya mengandung kotoran dan *colloidal berwarna*. Untuk memisahkan kotoran ini dibubuhkan *bahan kimia/koagulan* pengikat kotoran, yaitu *PAC/Poly Alumunium Chloride* (proses koagulasi). Pengadukan koagulan terjadi secara hidrolis gravitasi dengan memanfaatkan water jump pada ambang pelimpah utama sekaligus berfungsi sebagai pengaduk cepat (rapid Mix) agar *koagulan* tercampur merata.

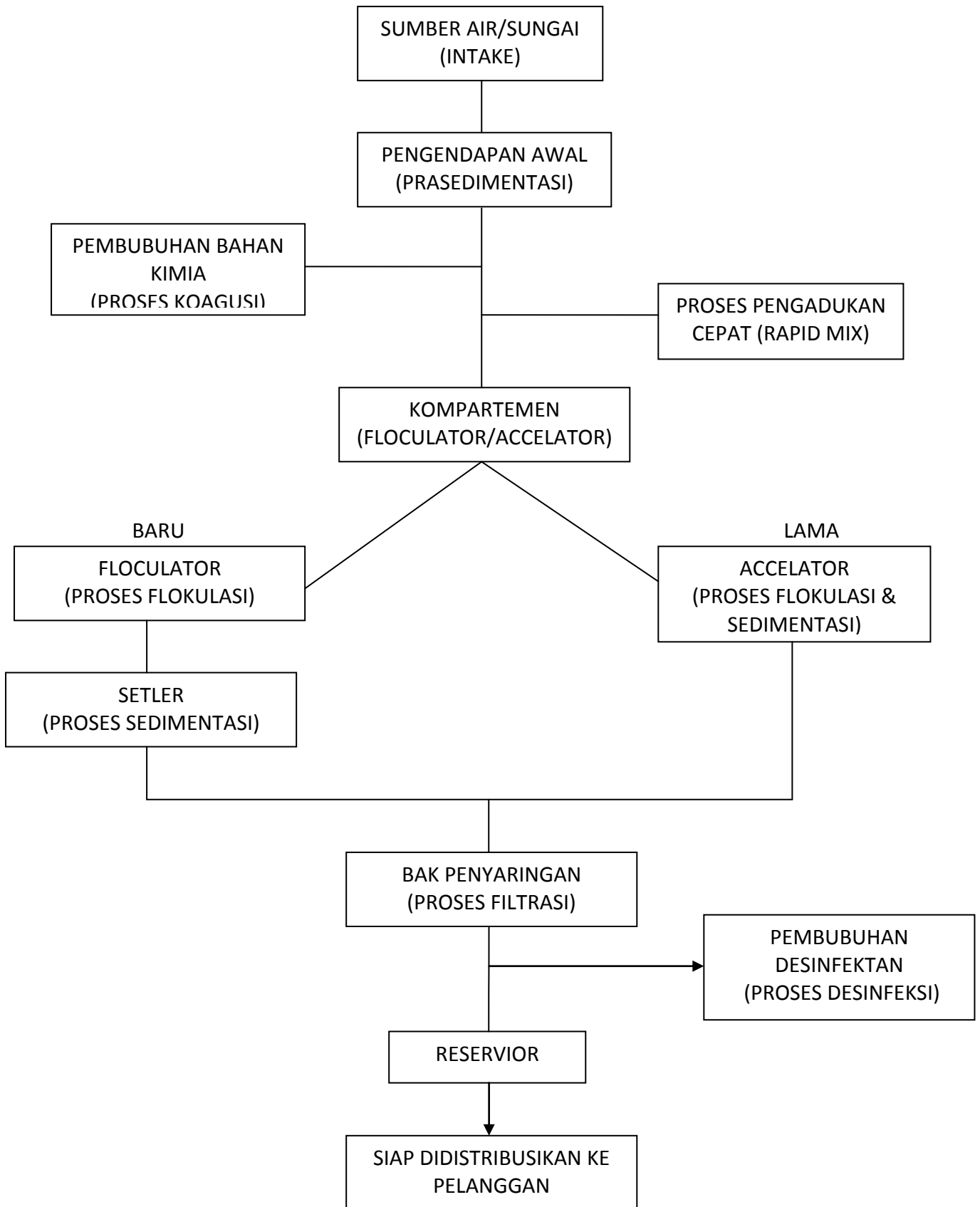


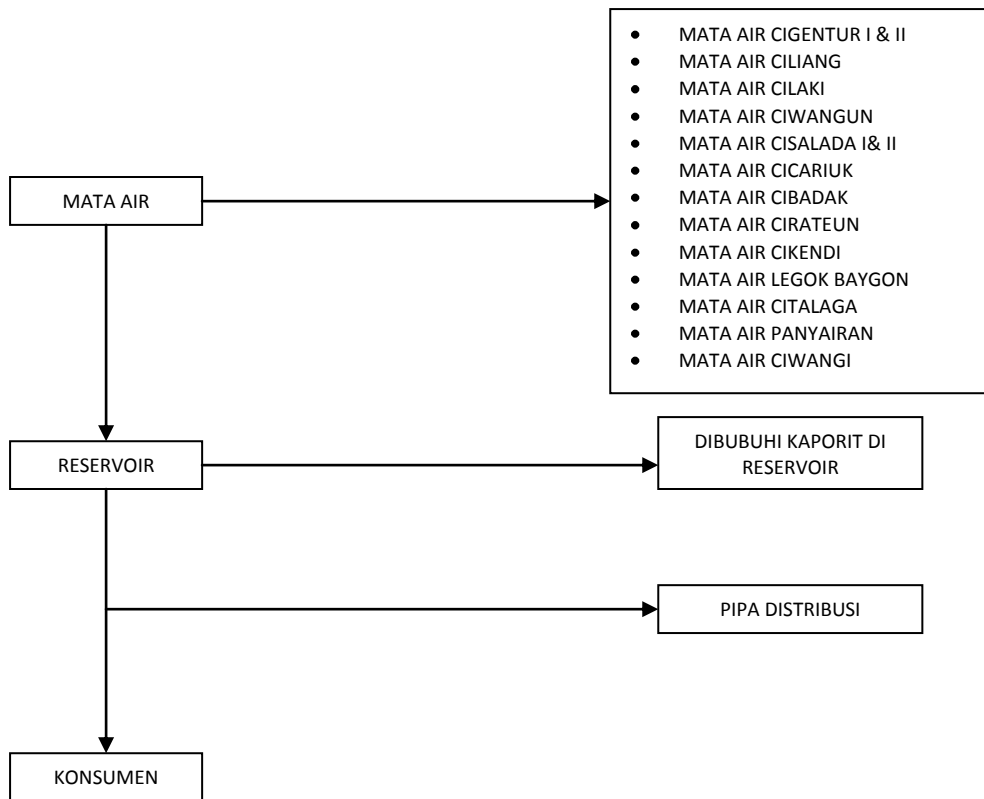
3. Ikatan antara koagulan/*koloid* bermuatan negatif dengan *koagulan* (PAC) bermuatan positif disebut *floc*. Proses pembentukan *floc* (flokulasi) di Instalasi Badaksinga ada dua macam, yaitu secara mekanis (*paddle stirring*) dikompartemen *accelerator* dan hidrolis/*buffle channel* di *Floculator*. Di kompartemen ini terjadi proses pengendapan *floc* dan sedimentasi.
4. Flok-flok halus yang tidak terendapkan akan tersaring di bak filter/proses penyaringan *floc* (Proses Filtrasi). Kemudian sebelum air masuk ke bak penampungan sementara (reservoir) dialiri gas *chlor* sebagai *desinfektan* (Proses Desinfeksi). Selanjutnya, air siap didistribusikan.

2. Mata Air

Mata air adalah tempat pemunculan sumber air tanah yang dapat disebabkan oleh topografi, gradien hidrolis atau struktur geologi. Sumber air yang didapat dari mata air sudah jernih dan memenuhi persyaratan untuk menjadi air minum, tidak perlu diolah lagi sebagaimana air tercemar (kotor), cukup diberikan gas *chlor* atau kaporit sebagai *desinfektan* di bak penampungan, dan dapat langsung didistribusikan ke pengguna.

BAGAN PROSES PENGOLAHAN AIR BERSIH DI IPA BADAKSINGA



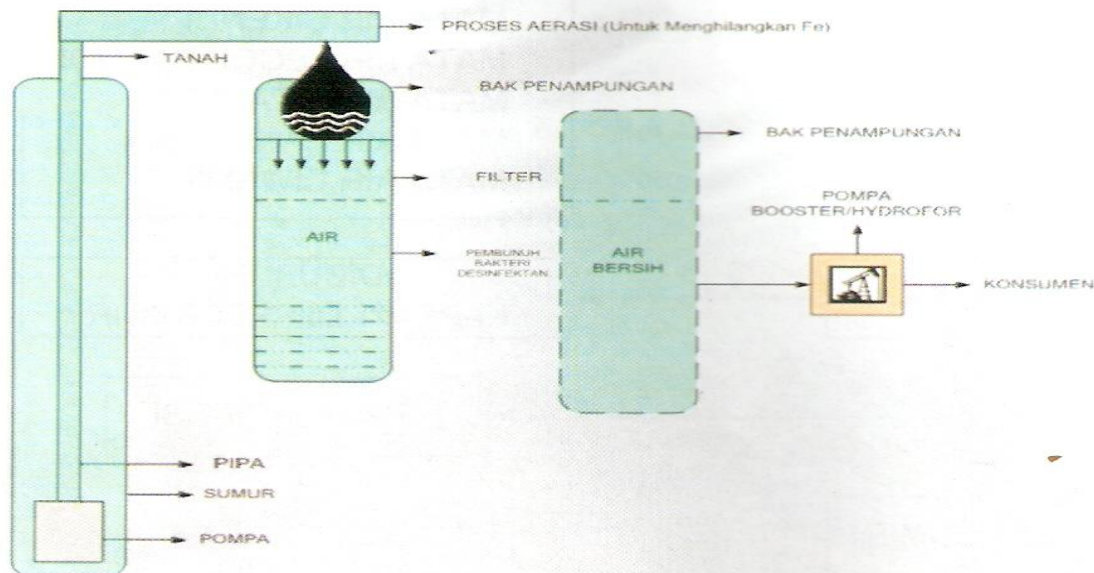




III. AIR TANAH

Sumber air dari sumur bor lokal ditarik memakai pompa submersible kemudian dilakukan proses *aerasi* untuk menghilangkan kandungan Fe dalam air, air masuk ke filter air dan setelah air bersih masuk ke bak saringan yang telah diisi pasir aktif yang berfungsi untuk menghilangkan Mn, lalu air masuk ke bak penampungan air bersih untuk dialirkan ke konsumen dengan menggunakan pompa *Booster/Hydrofor*.

PROSES PENGOLAHAN AIR TANAH



C. Pengolahan Air Minum

Air minum merupakan air yang dapat dikonsumsi oleh manusia tanpa menimbulkan efek samping yang berbahaya, mengandung jumlah mineral yang mencukupi, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa (tawar). Air minum yang biasa digunakan adalah air minum yang berasal dari air tanah, mata air, dan air permukaan yang selama perjalannya menembus lapisan-lapisan tanah sehingga terjadi filtrasi atau penyaringan partikel-partikel yang tersuspensi di dalamnya. Air dalam tanah mengandung bakteri patogen dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan air permukaan karena air tanah mempunyai kemungkinan

Syarat Mutu Air Minum dalam Kemasan Menurut SNI

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan:		
	a. Bau	-	Tidak berbau
	b. Rasa	-	Normal
	c. Warna	Unit Pt.CO	Maks 5
2	pH	-	6,5 – 8,5
3	Kekeruhan	NTU	Maks 5
4	Kesadahan, sebagai CaCO ₃	mg/L	Maks 150
5	Zat padat terlarut	mg/L	Maks 500
6	Zat Organik, sebagai angka KMnO ₄	mg/L	Maks 1,0
7	Nitrat sebagai NO ₃	mg/L	Maks 45
8	Nitrit sebagai NO ₂	mg/L	Maks 0,005
9	Ammonia (NH ₄)	mg/L	Maks 0,15
10	Sulfat	mg/L	Maks 200
11	Khlorida (Cl)	mg/L	Maks 250
12	Flourida (F)	mg/L	Maks 1
13	Sianida (CN)	mg/L	Maks 0,05
14	Besi (Fe)	mg/L	Maks 0,3
15	Mangan (Mn)	mg/L	Maks 0,05
16	Khlor bebas	mg/L	Maks 0,1
17	Cemaran logam berat		
	a. Timbal (Pb)	mg/L	Maks 0,005
	b. Tembaga (Cu)	mg/L	Maks 0,5
	c. Kadmium (Cd)	mg/L	Maks 0,005
	d. Raksa (Hg)	mg/L	Maks 0,001
18	Cemaran Arsen (As)	mg/L	Maks 0,05
19	Cemaran mikroba		
	a. Angka lempeng total awal	Koloni/mL	Maks 1,0x10 ²
	b. Angka lempeng total akhir	Koloni/mL	Maks 1,0x10 ⁵
	c. Bakteri bentuk <i>coli</i>	APM/100 mL	< 2
		Koloni/mL	Nol
	d. <i>Clotridium perfringens</i>	-	Negatif/100 ml
e. <i>Salmonella</i>	-	Negatif/100 ml	

Sumber : Standar Nasional Indonesia, SNI 01-3553-1996

kontak langsung dengan kontaminan-kontaminan yang mungkin mencemari air tanah. Sehingga kualitas air tanah umumnya lebih baik jika dibandingkan dengan air permukaan. Akan tetapi air ini pun tidak dapat diminum secara langsung karena masih terdapat kemungkinan terjadinya kontaminasi, maka perlu diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat kesehatan dan aman untuk dikonsumsi (Sutrisno,1987).

Air minum yang digunakan harus memenuhi syarat fisika, kimia dan biologi. Syarat mutu air minum diatur dalam SNI 01-3553-1996 seperti terlihat pada Tabel 1.

2.1 Proses Pengolahan Air Minum (Aqua)

Kepedulian pihak Industri AQUA pada pelanggannya, diwujudkan dengan cara senantiasa menjaga kualitas produk. Beberapa kebijakan penting yang dilakukan oleh pihak Industri AQUA sehubungan dengan program ini adalah:

- i. AQUA sangat menjaga kemurnian produk sejak dari sumber air, hingga kontrol kualitas produk di pasar. Metode pengolahan AQUA yang dikenal sebagai *hydro pro system*, berfungsi menjaga kemurnian setiap tetes AQUA.
- ii. Mata air pegunungan yang menjadi sumber air AQUA, senantiasa dijaga agar bebas dari kontaminasi. Pengawasan ketat dilakukan secara berkala setiap hari, agar kualitas sumber air tetap terjaga.
- iii. Teknologi yang diterapkan AQUA adalah sistem *in line process*. Sistem ini menerapkan prosedur otomatis, mulai dari pembuatan botol, yang langsung diisi, ditutup, diberi label, disegel dan dipaket secara bersamaan. Proses ini dilakukan dalam ruangan steril tanpa sentuhan tangan manusia dan merupakan yang pertama di Indonesia dan hingga kini merupakan satu-satunya proses yang diimplementasikan oleh industri air minum dalam kemasan.

Sumber Mata Air

- i. Pemilihan lokasi untuk mata air yang mengalir dengan sendirinya dan berlokasi jauh dari perumahan.
- ii. Uji untuk memeriksa polusi dan kontaminasi
- iii. Penelitian serta pemeriksaan efek dari kondisi yang berbeda selama 2 tahun
- iv. Pemeliharaan lingkungan disekeliling sumber
- v. Pipa air dalam tanah untuk menghindari kontaminasi
- vi. Menciptakan kolam tertutup untuk perlindungan (menghindari resiko kontaminasi)
- vii. Mengadakan uji setiap jamnya untuk kandungan pH balance, kebersihan, kejernihan dan keseimbangan mineral.
- viii. Mengadakan pemeriksaan radiologi setiap 4 tahun sekali (untuk kandungan radioaktif)

Proses

1. Pre-filter 5 micron dipergunakan untuk memfilter partikel yang ada sampai ukuran 5 micron.
2. Kemudian filter 1 micron dipergunakan untuk memfilter partikel yang berukuran sampai dengan 1 micron (parasit)
3. Ozone: untuk menghilangkan bakteri
4. Mengambil sample per jam dari langkah nomor 9,10 and 11 untuk mengukur PH balance, kebersihan, kejernihan dan keseimbangan mineral.
5. Melakukan uji Coliform pada sumber air setiap harinya
6. Melakukan tes Coliform mingguan pada produk akhir
7. Melakukan pemeriksaan kimiawi dan fisikal menyeluruh setiap bulannya pada produk akhir.

8. Melakukan pemeriksaan tahunan untuk logam berat dalam produk akhir.
9. Apabila pemeriksaan setiap jamnya untuk Ozon, pH, kebersihan dan kejernihan air diluar standar, lini produksi akan dihentikan dan produk akan dikeluarkan dan akan diperiksa apakah produk aman untuk dikonsumsi atau tidak
10. Operator mempergunakan pakaian yang terbuat dari 'parachute material' dan sarung tangan yang dipergunakan diberi desinfektan setiap 15 menit.
11. Botol dan gelas diproduksi dari palet plastik hingga menjadi kemasan botol dan gelas didalam pabrik yang sama dan hanya sesaat sebelum botol diisi dengan air, hal ini meminimalisir kontak manusia untuk memastikan derajat kebersihan yang tinggi.
12. Semua air botolan diperiksa untuk melihat bila ada cacat di tutup dan lapisan pelindung
13. Semua material yang dipergunakan diperiksa dan disetujui oleh BTC (Beverage Technology Centre) Danone
14. Dukungan teknis dari bottling line oleh BTC (Beverage Technology Centre) Danone
15. Keseluruhan proses dari sumber hingga produk akhir berada dibawah pengawasan ketat dan sesuai dengan Standar Manufaktur yang baik meski Indonesia kaya akan sumber mata air, namun tidak semuanya layak menjadi sumber bahan baku untuk air minum AQUA. Karenanya bagi AQUA, kerja keras untuk mencari sejumlah sumber air terbaik di seluruh Indonesia, bukanlah main-main.

Purna Jual

16. Dua botol dari setiap produksi akan disimpan selama 2 tahun dan akan dipergunakan sebagai sample untuk mendata kualitas.
17. Setelah 2 tahun (ketika masa berlaku habis) AQUA akan memeriksa stabilitas produk sebelum membuangnya
18. Setiap gelas/botol/galon memiliki kode kadaluarsa dan tanggal produksi yang sudah dicetak, sehingga dapat dilacak pada tahun, bulan dan tanggal, waktu, lokasi dan kru produksi
19. Melakukan monitoring dan inspeksi reguler terhadap produk yang ada di pasar.



D. Proses Pengolahan Air Minum Secara Sederhana

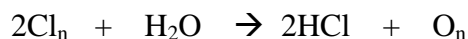
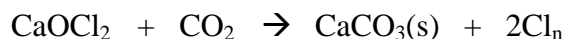
Pengotor yang terdapat pada air pada umumnya terdiri dari:

- a. Benda-benda besar dan kecil yang terapung
- b. Pasir dan lumpur kasar
- c. Lumpur halus berbentuk koloid
- d. Organisme
- e. Mikroorganisme patogen
- f. Zat-zat kimia, dll.

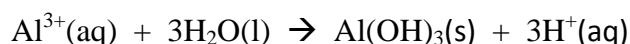
Langkah-langkah pada pengolahan air secara sederhana:

- i. Proses pendahuluan
Proses pendahuluan dimaksudkan untuk mengeluarkan benda-benda kasar dan mengendapkan lumpur kasar atau pasir pada bak pengendap pendahuluan.
- ii. Proses koagulasi dan flokulasi
Proses koagulasi dimaksudkan untuk mengendapkan lumpur halus berupa koloid dan zat-zat kimia yang terdapat pada air. Lumpur halus berupa koloid yang bermuatan negatif akan sukar untuk mengendap meskipun dibiarkan beberapa waktu lamanya. Cara untuk mengendapkan lumpur halus ialah secara kimia yaitu mula-mula menetralkan muatan negatifnya dengan ion-ion yang bermuatan positif, misalnya Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , dsb.
- iii. Proses pengendapan
Lumpur yang telah netral (dengan cara pengocokan) dengan zat pemberat diusahakan agar menjadi blok-blok yang besar dan mudah mengendap. Pada peristiwa ini, zat-zat kimia yang terdapat pada air akan terendapkan juga.
- iv. Proses penyaringan
Lumpur halus dan zat-zat kimia yang ada pada air setelah mengendap selanjutnya disaring menggunakan pasir sehingga didapat air yang jernih.
- v. Proses sterilisasi
Air yang jernih didesinfektir, maksudnya untuk membasmi mikroorganisme dan bakteri-bakteri yang ada pada air agar air itu steril. Air dibiarkan pada bak penampung kira-kira 24 jam agar sterilisasi terjadi dengan sempurna. Selanjutnya, air didistribusikan ke konsumen.

Setiap bakteri atau mikroorganisme dalam air akan mengeluarkan CO_2 pada proses respirasi.



O_n akan mengoksidasi bakteri dan mikroorganisme dalam air dan air menjadi steril. Untuk mengendapkan lumpur halus dapat digunakan senyawa *alum* seperti : $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , atau tawas ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).



H^+ akan menetralkan muatan lumpur yang negatif dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ berfungsi sebagai pemberat untuk mengendapkan lumpur halus yang telah netral.

Zat yang diperlukan:

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| a. Serbuk CaCO_3 | 1mg/1 L air |
| b. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | 1mg/1 L air |
| c. CaOCl_2 | 3mg/1 L air |
| d. Arang | secukupnya |

Cara kerja:

- Air dipisahkan dulu dari lumpur dan kotoran yang kasar
- Ke dalam air ditambahkan larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sebanyak 1mg/L air
- Kocok kuat-kuat agar terjadi penetralan muatan lumpur dengan sempurna, lakukan kira-kira 10 menit
- Tambahkan serbuk CaCO_3 (batu kapur) sebanyak 1mg/L air
- Kocok secara pelan-pelan agar terjadi flokulasi dan lumpurnya mengendap. Lakukan kira-kira 5 menit
- Tambahkan larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ atau kaporit sebanyak 3mg/L air
- Biarkan kira-kira 3 jam dan saring dengan saringan pasir dan arang aktif untuk mengambil Cl_2 yang berlebih.

Pengolahan Air Asin

1. Penukar ion (Ion-Exchange)

Penukar ion biasanya digunakan untuk pemurnian air yaitu untuk memperoleh air demineral (*deionized-water*) dan *softened water*. Untuk neralisasi dapat dilakukan dengan menggunakan penukar kation dan anion. Setiap penukar ion dapat disusun pada kolom yang berlainan maupun pada kolom yang sama. Penukar ion pada umumnya menggunakan bentuk H^+ untuk penukar kation dan bentuk OH^- untuk penukar anion. Ion H^+ akan menggantikan kation dalam air dan ion OH^- akan menggantikan anion dalam air. *Softener* digunakan untuk menghilangkan ion kalsium dan magnesium, dan menggantinya dengan ion natrium. Proses ini banyak digunakan untuk mereduksi kesadahan air sebelum dipakai didestilasi atau diosmosis balik (*reverse osmosis*)

2. Destilasi

Distilasi merupakan salah satu cara untuk memproduksi *water for injection*. Pada prinsipnya pemanasan air sampai mendidih dan uap airnya kemudian dilewatkan melalui kondensor bertemperatur rendah sehingga uap terkondensasi, lalu dikumpulkan dan disimpan. Kelemahannya beberapa kontaminan atau residu dapat terbawa kondensat.

Untuk mengurangi residu atau kontaminan dan gangguan lain, diperlukan batas kandungan berbagai zat dalam air yang digunakan antara lain :

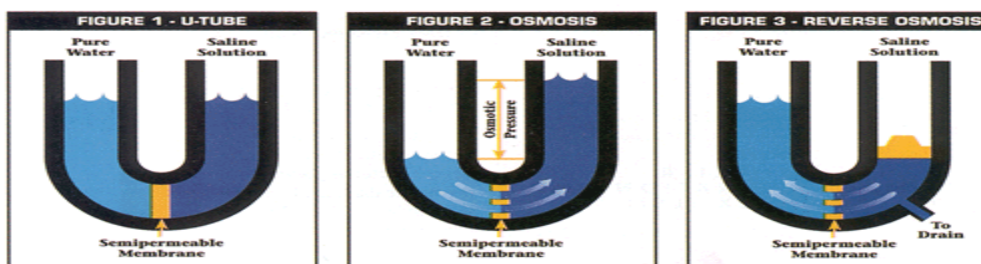
- Magnesium, kalsium dan karbonat. Pada saat evaporasi ion ini dapat mengendap bersama anion karbonat membentuk kerak *hard scale*. Pembentukan kerak pada tabung evaporator tentu dapat mengurangi transfer panas dan kapasitas.
- Klorid, klorin bebas dan silika klorid dan klorin bebas pada *stainless steel* dapat menyebabkan *stress corrosion cracking*, terutama pada daerah sambungan. Ini dapat terjadi pada konsentrasi relatif rendah.

3. Reverse osmosis (RO)

Pengolahan air menggunakan membran *reverse osmosis* sering digunakan karena membran ini mampu memisahkan berbagai ion, partikel, garam terlarut, substansi organik, substansi koloid dan bakteri dari molekul air, sehingga diperoleh air berkualitas tinggi.

Osmosis merupakan proses dua larutan yang dipisahkan membran semi permeabel, di mana air akan bergerak melalui membran dari larutan konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi dalam usaha menyamakan konsentrasi di kedua sisi membran. Dengan menggunakan tekanan, proses osmosis akan berbalik, air melalui membran akan bergerak meninggalkan larutan pekat. Pada saat air merembes melalui membran, kotoran harus dibuang secara terus menerus untuk mencegah pengotoran membran. Membran yang digunakan untuk reverse osmosis biasanya merupakan polimer kompleks. Polimer yang paling lazim digunakan yaitu Cellulose Acetate Triacetate (CA), polyamide (PA), Thin film composite (TEC) dan Sulfon composite.

Digram Reverse osmosis



Pengolahan Air Minum Cara Ozonisasi

Ozon pertama kali ditemukan oleh C F Schonbein pada tahun 1840. Penamaan ozon diambil dari bahasa Yunani *OZEIN* yang berarti smell atau bau. Ozon dikenal sebagai gas yang tidak memiliki warna. Soret pada tahun 1867 mengemukakan bahwa ozon adalah sebuah molekul gas yang terdiri dari tiga buah atom oksigen.

Secara alamiah ozon dapat terbentuk melalui radiasi sinar ultraviolet pancaran sinar Matahari. Chapman menjelaskan pembentukan ozon secara alamiah pada tahun 1930. Di mana ia menjelaskan bahwa sinar ultraviolet dari pancaran sinar matahari mampu menguraikan gas oksigen di udara bebas.

Molekul oksigen tadi terurai menjadi dua buah atom oksigen, proses ini kemudian dikenal dengan nama fotolisis. Lalu atom oksigen tadi secara alamiah bertumbukan dengan molekul gas oksigen yang ada disekitarnya, lalu terbentuklah ozon. Ozon yang terdapat pada lapisan stratosfer yang kita kenal dengan nama *ozone layer* (lapisan ozon) adalah ozon yang terjadi dari hasil proses alamiah fotolisis ini.

Proses semacam ini terjadi pula pada *smog* (kabut) yang banyak kita dapati di kota-kota besar yang sarat dengan polusi udara. Gas NO_x dan hidrokarbon dari asap buangan kendaraan bermotor dan berbagai kegiatan industri, merupakan sumber pembawa terbentuknya ozon.

Selain proses alamiah, ozon juga dapat dibuat dengan mempergunakan peralatan antara lain dengan metode *electrical discharge* dan sinar radioaktif. Pembuatan ozon dengan

electrical discharge pertama kali dilakukan oleh Siemens pada tahun 1857 dengan mempergunakan metode *dielectric barrier discharge*.

Pembentukan ozon dengan *electrical discharge* ini secara prinsip sangat mudah. Prinsip ini dijelaskan oleh Devins pada tahun 1956. Ia menjelaskan bahwa tumbukan dari electron yang dihasilkan oleh *electrical discharge* dengan molekul oksigen menghasilkan dua buah atom oksigen.

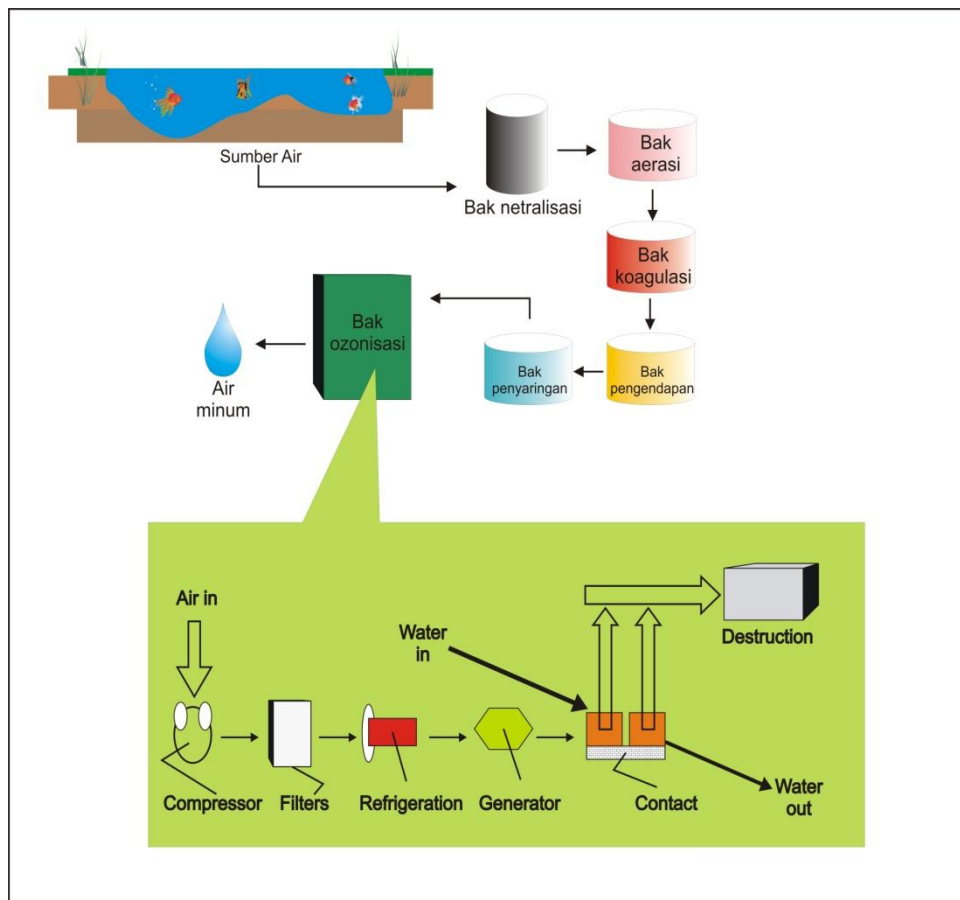
Selanjutnya atom oksigen ini secara alamiah bertumbukan kembali dengan molekul oksigen di sekitarnya, lalu terbentuklah ozon. Dewasa ini, metode *electrical discharge* merupakan metode yang paling banyak dipergunakan dalam pembuatan ozon diberbagai kegiatan industri.

a) Proses Pengolahan Air Minum metode ozonisasi

b) Tahap Proses Pengolahan

Tahapan proses pengolahan terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Netralisasi dengan pemberian kapur
2. Aerasi dengan pemompaan udara.
3. Koagulasi dengan pemberian tawas
4. Pengendapan
5. Penyaringan
6. Ozonisasi



Gambar 1. Skema pengolahan air minum metode ozonisasi

1. Netralisasi

Yang dimaksud dengan netralisasi adalah mengatur keasaman air agar menjadi netral (pH 7-8). Untuk air yang bersifat asam diberi kapur. Fungsi kapur disamping untuk menetralkan air baku yang bersifat asam juga untuk membantu efektifitas proses selanjutnya.

2. Aerasi

Yang dimaksud dengan aerasi yaitu mengontakkan udara dengan air baku agar kandungan zat besi dan mangan yang ada dalam air baku bereaksi dengan oksigen yang ada dalam udara membentuk senyawa besi dan senyawa mangan yang dapat diendapkan. Disamping itu proses aerasi juga berfungsi untuk menghilangkan gas-gas beracun yang tak diinginkan misalnya gas H_2S , CH_4 , CO_2 dan gas-gas racun lainnya.

3. Koagulasi

Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia ke dalam air agar kotoran dalam air yang berupa padatan tersuspensi misalnya zat warna organik, lumpur halus, bakteri dan lain-lain dapat menggumpal dan cepat mengendap. Pada proses koagulasi ini digunakan tawas. Cara penambahan tawas dapat dilakukan sebagai berikut yaitu sejumlah tawas dilarutkan dalam air kemudian dimasukkan ke dalam air baku lalu diaduk dengan cepat hingga merata selama kurang lebih 2 menit. Setelah itu kecepatan pengadukkan dikurangi sedemikian rupa sehingga terbentuk gumpalan-gumpalan kotoran akibat bergabungnya kotoran tersuspensi yang ada dalam air baku. Setelah itu dibiarkan beberapa saat sehingga gumpalan kotoran atau disebut flok tumbuh menjadi besar dan berat dan cepat mengendap.

4. Pengendapan

Setelah proses koagulasi air tersebut dидiamkan sampai gumpalan kotoran yang terjadi mengendap semua ($\pm 45-60$ menit). Setelah kotoran mengendap air akan tampak lebih jernih. Endapan yang terkumpul di dasar tangki dapat dibersihkan dengan membuka kran penguras yang terdapat di bawah tangki.

5. Penyaringan

Pada proses pengendapan, tidak semua gumpalan kotoran dapat diendapkan secara sempurna. Gumpalan kotoran dengan ukuran yang besar dan berat akan mengendap, sedangkan gumpalan berukuran kecil dan ringan masih melayang-layang dalam air. Untuk mendapatkan air yang betul-betul jernih harus dilakukan proses penyaringan. Penyaringan dilakukan dengan mengalirkan air yang kotorannya telah diendapkan ke bak penyaring yang berisikan saringan pasir.

6. Ozonisasi

Tahap terakhir adalah proses ozonisasi. Air hasil penyaringan yang telah cukup jernih diozonisasi untuk menghilangkan bakteri-bakteri patogen dan senyawa-senyawa organik sehingga air hasil pengolahan dapat langsung dikonsumsi.

Keunggulan dan Kelemahan

Kegunaan dalam teknologi ozonisasi adalah dapat menghilangkan polutan mikroorganisme dan polutan zat organik sekaligus karena hal ini tidak terlepas dari sifat ozon yang dikenal memiliki sifat radikal (mudah bereaksi dengan senyawa disekitarnya) serta memiliki potential oksidasi 2.07 V. Ozon dengan kemampuan oksidasinya dapat membunuh berbagai macam mikroorganisma seperti bakteri Escherichia coli, Salmonella enteriditis, serta berbagai bakteri pathogen lainnya. Selain itu, ozon juga dapat menguraikan berbagai macam senyawa organik beracun yang terkandung dalam air, seperti benzen, atrazin, dioxin dan berbagai zat pewarna organik. Keunggulan lainnya penggunaan ozon adalah pipa, peralatan, dan kemasan akan ikut disanitasi sehingga produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran di kemasan. Ozon merupakan bahan sanitasi air yang efektif disamping sangat aman.

Namun metode ozonisasi memiliki kelemahan diantaranya ozon dapat meracuni manusia bahkan bisa sampai membawa pada kematian apabila terhirup dengan konsentrasi 50 ppm selama kurang lebih 1 jam. Batas kadar konsentrasi penggunaan gas ozon dalam berbagai kegiatan industri adalah 0.1 ppm, sedangkan kadar ozon dalam air hingga 0.05 ppm tidak membahayakan tubuh manusia. Ozon, species aktif yang mempunyai sifat radikal ini, memerlukan perhatian khusus dalam penyimpanannya. Kadar 100 persen ozon pada suhu kamar mudah sekali meledak. Ozon akan aman disimpan pada suhu di bawah -183°C dengan kadar ozon dalam campuran ozon dan oksigen dibawah 30 persen. Sekarang ozon kebanyakan disimpan dalam bentuk ozonized-water atau ozonized ice.

DAFTAR PUSTAKA

- Humas dan Protokol PDAM Kota Bandung. (2008). *Booklet Informasi PDAM Kota Bandung*. Bandung: PDAM Kota Bandung
- Humas dan Protokol PDAM Kota Bandung. (2008). *Pelayanan Air Kotor di Wilayah Kota Bandung*. Bandung: PDAM Kota Bandung
- Humas dan Protokol PDAM Kota Bandung. (2007). *Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang PDAM Kota Bandung*. Bandung: PDAM Kota Bandung
- Kertawidjaya, Iyon dan Sholihin. (1993). *Kimia Lingkungan*. Bandung: Jurusan Kimia FPMIPA IKIP Bandung
- http://www.aqua.com/aqua_v3/ina/aquafacts.php#
- [http: mailto:teten@lablink.or.id](mailto:teten@lablink.or.id)
