

PENYEHATAN AIR DAN PENGELOLAAN LIMBAH CAIR

SRI PUJI GANEFATI, SKM., M.KES.
YAMTANA, SKM, M.Kes.

**PENYEHTAN AIR
DAN PENGELOLAAN LIMBAH AIR**

**SRI PUJI GANEFATI, SKM., M.KES.
YAMTANA, SKM., M.KES.**



PENYEHATAN AIR DAN PENGELOLAAN LIMBAH AIR

Penulis:

Sri Puji Ganefati, SKM, M.Kes
Yamtana, SKM, M.Kes

Desain Cover:

Tri Endroko

Setting/Layout:

Tim Rohima Press

Diterbitkan oleh:

Rohima Press

Sewon, Bantul, Yogyakarta
Telp. (0274) 417013, 081931180900

Cetakan Pertama, September 2013

ISBN: 978-602-9263-08-4

HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang memperbanyak isi buku ini, baik sebagian maupun seluruhnya, dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Sanksi Pelanggaran Pasal 44 UU No. 12 Tahun 1997 Tentang Hak Cipta

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 100.000.000,00 (seratus juta rupiah)
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat 1, dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 50.000.000,00 (lima puluh juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Makhluk hidup tanpa air tidak akan dapat melangsungkan kehidupannya. Air merupakan kebutuhan dasar makhluk hidup, namun air yang disediakan untuk keperluan sehari-hari, termasuk untuk keperluan MCK, juga dapat memberikan dampak yang merugikan bagi manusia beserta lingkungannya. Keadaan ini terjadi bila air yang tersedia tidak memenuhi syarat kualitas sanitasi dan higiene yang dibutuhkan. Ketidacukupan kualitas, Kuantitas, dan aksesibilitas, dapat membuka peluang munculnya penyakit bawaan air ini yang disebut *Water Borne Diseases*.

Pertama: penyebaran penyakit menular melalui air yang tidak memenuhi syarat kesehatan dapat menjadi penyebar mikroba patogen (*true water borne diseases*). Contoh penyakit yang ditimbulkan ada-lah diare, kolera, typhus, dan parathypu. Kedua, air dapat menjadi sarang insekta penyebar penyakit (*water related vector bor-ne diseases*). Contoh penyakit dari golongan ini adalah demam berdarah dan malaria. Ketiga, air berperan sebagai sarang hospes sementara penyakit (*water based borne diseases*). Contoh dari golongan ini adalah dracontiasis dan schistomiasis (keduanya penyakit yang disebabkan oleh cacing patogen). Keempat, akibat ketidakcukupan kuantitasnya, air dapat pula menyebabkan penyakit (*water washed diseases*). Contoh dari golongan ini adalah trachoma dan scabiesis penyakit yang disebabkan oleh tungau (*Sarcoptes scabiei*).

Air dapat pula sebagai media tempat hidup kuman

penyakit. terjadi air tercemar mikroorganisme yang berkembang biak di alam air (air sebagai agen penyakit). Agens penyakit bawaan air mencakup virus, bakteri, parasit dan zat kimia. Penyakit yang ditimbulkannya antara lain: (1) virus poliomyelitis (polio) dan virus hepatitis A (hepatitis); (2) bakteri, penyakit yang ditimbulkannya antara lain: *Salmonella typhi* (demam tifoid), *shigella spp.* (disentri basiler), dan *vibrio cholera* (kolera); (3) parasit, antara lain: *entamoeba histolytica* (amebiasis atau disentri amuba), *Giardia lamblia* (giardiasis), dan *cryptosporidium parvum* (kriptosporidiosis). Masing-masing penyakit tersebut dapat menimbulkan akibat yang serius (menyebabkan kematian)

Metode penyusunan buku ini adalah dengan penulsuran refensi, baik berupa *textbooks*, maupun produk hukum (peraturan menteri, standar nasional dan internasional yang terkait), yang selanjutnya dirangkum menjadi buku ini. Sebagai terbitan pertama, buku ini tentunya masih banyak kekurangan, dan untuk masukan dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan pada edisi berikutnya. Semoga buku ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukan.

Yogyakarta, Maret 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Air dan Kesehatan Manusia	1
B. Ruang Lingkup Kesehatan Lingkungan....	4
C. Karakteristik Air	6
BAB II SUMBER AIR DAN KUALITASNYA	10
A. Air Hujan.....	10
B. Air Permukaan	12
C. Air Tanah	15
BAB III PENCEMARAN AIR.....	19
A. Sumber Pencemaran Air	19
B. Limbah Industri/Pertambangan.....	21
C. Kegiatan Penebangan Hutan	23
D. Akibat Pencemaran Air	25
E. Penanggulangan Pencemaran Air	
BAB IV METODE MENENTUKAN PENCEMARAN AIR	29
A. Pengertian	31
B. Sampling	33
C. Waktu dan Frekuensi Sampling	

D. Volume dan Macam Sampel	36
E. Peralatan dan Macam Pengumpulan Sampel.....	
F. Transportasi dan Penyimpanan Sampel...	
G. Analisis Data	
H. Sistem Distribusi Air Minum	
I. Air Sungai.....	
J. Air Danau	
BAB V SARANA PENYEDIAAN AIR BERSIH	39
A. Sumur Gali	39
B. Sumur Pompa	41
C. Sumur Pompa Tangan	42
BAB VI KEGUNAAN DAN KEBUTUHAN AIR BERSIH.....	46
A. Kegunaan Air	46
B. Kebutuhan Air.....	47
C. Syarat Kesehatan Kualitas Air Bersih.....	49
D. Penggunaan Air	
BAB VII PENGOLAHAN AIR.....	52
A. Pembuangan benda-benda terapung	52
B. Pengendapan Lumpur	53
C. Penyaringan	54
D. Desinfeksi	55
E. Penyimpanan	
F. Distribusi	
BAB VIII NETRALISASI pH DAN PELUNAKAN AIR SADAH	58

A. Netralisasi	58
B. Pelunakan Air Sadah	59
C. Proses Pelunakan	62
D. Sedimentasi, Koagulasi dan Filtrasi	63
E. Koagulasi/Flokulasi	65
F. Jar Test	
BAB VII PENGOLAHAN AIR SECARA FILTRASI	
A. Pengertian	74
B. Proses Filtrasi	76
C. Kemampuan/Kegunaan	79
D. Saringan Pasir Lambat	74
E. Saringan Pasir Cepat	76
F. Saringan Berkecepatan Tinggi	79
G. Contoh-contoh Saringan	74
BAB VII HUBUNGAN AIR DENGAN KESEHATAN.	
A. Adanya Organisme Pathogen dalam Air	74
B. Adanya Organisme Non-Pathogen	76
C. Air Sebagai Breeding Places Vector	79
D. Air Sebagai Media Penularan Penyakit	76
E. Kandungan Bahan Kimia	79
F. Kegunaan Air Bagi Tubuh Manusia	76
DAFTAR PUSTAKA	87

- oOo -

BAB I

PENDAHULUAN

A. Air dan Kesehatan Manusia

Planet bumi terdapat kehidupan karena adanya air di tempat tersebut, karena semua makhluk hidup memerlukan air dan mengandung air dalam proporsi tertentu. Makhluk hidup tanpa air tidak akan dapat melangsungkan kehidupannya. Air merupakan kebutuhan dasar makhluk hidup, namun air yang disediakan untuk keperluan sehari-hari, termasuk untuk keperluan MCK, juga dapat memberikan dampak yang merugikan bagi manusia beserta lingkungannya. Keadaan ini terjadi bila air yang tersedia tidak memenuhi syarat kualitas sanitasi dan higiene yang dibutuhkan. Ketidakcukupan kualitas, Kuantitas, dan aksesibilitas, dapat membuka peluang munculnya penyakit bawaan air ini yang disebut *Water Borne Diseases*.

Pertama: penyebaran penyakit menular melalui air yang tidak memenuhi syarat kesehatan dapat menjadi penyebar mikroba patogen (*true water borne diseases*). Contoh penyakit yang ditimbulkan ada-lah diare, kolera, tyfus, dan parathypu. Kedua, air dapat menjadi sarang insekta penyebar penyakit (*water related vector bor-ne diseases*). Contoh penyakit dari golongan ini adalah demam berdarah dan malaria. Ketiga, air berperan sebagai sarang hospes semen-tara penyakit (*water based borne diseases*). Contoh dari golongan ini adalah dracontiasis dan schistomiasis (keduanya penyakit yang disebabkan oleh cacing patogen). Keempat, akibat ketidak cukupan kuantitasnya, air dapat pula menyebabkan penyakit (*water washed*

diseases). Contoh dari golongan ini adalah trachoma dan scabiesis penyakit yang disebabkan oleh tungau (*Sarcoptes scabiei*).

Air dapat pula sebagai media tempat hidup kuman penyakit, terjadi air tercemar mikroorganisme yang berkembang biak di alam air (air sebagai agen penyakit). Agens penyakit bawaan air mencakup virus, bakteri, parasit dan zat kimia. Penyakit yang ditimbulkannya antara lain: (1) virus poliomyelitis (polio) dan virus hepatitis A (hepatitis); (2) bakteri, penyakit yang ditimbulkannya antara lain: *Salmonella typhi* (demam tifoid), *shigella spp.* (disentri basiler), dan *vibrio cholera* (kolera); (3) parasit, antara lain: *entamoeba histolytica* (amebiasis atau disentri amuba), *Giardia lamblia* (giardiasis), dan *cryptosporidium parvum* (kriptosporidiosis). Masing-masing penyakit tersebut dapat menimbulkan akibat yang serius (menyebabkan kematian).

Penyakit ditularkan melalui air yang disebabkan oleh patogen mikroorganisme yang secara langsung ditularkan ketika air tawar terkontaminasi dikonsumsi. Air bersih terkontaminasi, yang digunakan dalam persiapan makanan, dapat menjadi sumber penyakit bawaan makanan melalui konsumsi mikroorganisme yang sama. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, penyakit diare account untuk diperkirakan 4,1% dari total DALY beban global penyakit dan bertanggung jawab atas kematian 1,8 juta orang setiap tahun. Diperkirakan bahwa 88% dari beban yang disebabkan pasokan air sanitasi yang tidak aman, dan kebersihan, dan sebagian besar terkonsentrasi pada anak-anak di negara berkembang. Jenis penyakit, transmisi, agen, sumber dan gejala penyakit yang terjadi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Golongan Protozoa				
1	Amoebiasis (tangan-ke-mulut)	Protozoa (<i>Entamoeba histolytica</i> , Kista)	Limbah yang tidak diolah menjadi air minum, lalat	Perut tidak nyaman, kelelahan, penurunan berat badan, diare, perut kembung, demam

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Golongan Protozoa				
2	Kriptosporidiosis (mulut) Cyclosporiasis	Protozoa (Cryptosporidium parvum) Protozoa parasit (Cyclospora cayetanensis)	Filter air dan membran yang tidak dapat didesinfeksi, kotoran ternak, musiman limpasan air. Limbah yang tidak diolah menjadi air minum	Gejala seperti flu, diare berair, kehilangan nafsu makan, kehilangan berat badan besar, perut kembung, peningkatan gas, mual, muntah, nyeri otot, demam, dan kelelahan
3	Giardiasis (oral-fecal) (tangan-ke-mulut)	Protozoa (lamblia Giardia) Kebanyakan parasit usus yang umum	Air tidak diberi desinfeksi, sambungan pipa, kebocoran, air tanah kontaminasi, berkemah di mana manusia dan satwa liar menggunakan sumber air yang sama. Beavers dan muskrat membuat kolam yang berfungsi sebagai reservoir untuk Giardia	Diare ketidaknyamanan, perut kembung
4	Mikrosporidiosis	Filum protozoa (Microsporidia) tetapi terkait erat dengan jamur	Genera intestinalis Encephalitozoon telah terdeteksi dalam air tanah, asal air minum	Diare dan buang di immunocompromised individu
Cacing (Nematoda)				
1	Schistosomiasis (perendaman)	Anggota dari genus Schistosoma	Air tawar terkontaminasi dengan jenis tertentu dari siput yang membawa schistosoma	Ruam atau kulit gatal, demam, menggigil, batuk dan nyeri otot

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Cacing (Nematoda)				
2	Dracunculiasis (Guinea Worm Disease)	Dracunculus medinensis	Air yang mengandung larva Stagnan	Reaksi alergi, urtikaria ruam, mual, muntah, diare, serangan asma.
3	Taeniasis	Cacing pita dari genus Taenia	Air minum yang tercemar oleh telur Taenia sp. Taenia	Gangguan usus, manifestasi neurologis, kehilangan berat badan, sistiserkosis
4	Fasciolopsiasis	Fasciolopsis buski	Air minum yang tercemar oleh Metacercaria encysted	Gangguan Gastrointestinal, diare, pembesaran hati, kolangitis, kolesistitis, ikterus obstruktif.
5	Hymenolepiasis (Dwarf Infeksi cacing pita)	Hymenolepis nana	Air minum yang tercemar oleh telur	Sakit perut, penurunan berat badan yang parah, gatal di sekitar manifestasi, saraf anus
6	Onchocerciasis (Sungai kebutaan)	Onchocerca volvulus dan Wolbachia	Lalat hitam terbang gigitan (serangga berkembang biak di air yang bergerak cepat)	Kulit papula, pembengkakan kelenjar getah bening, gatal, pembengkakan wajah, perubahan kulit. Penghancuran jaringan mata menyebabkan kebutaan .
7	Echinococcosis (hidatidosa penyakit)	Echinococcus granulosus	Air minum yang tercemar dengan kotoran (biasanya canid) yang mengandung telur	Pembesaran hati, hidatidosa tekan kista pada saluran empedu dan pembuluh darah, jika kista pecah mereka dapat menyebabkan syok anafilaksis
8	Coenurosis	Multiceps	Air minum yang terkontaminasi dengan telur	Meningkatkan ketegangan intracranial

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Cacing (Nematoda)				
9	Ascariasis	Ascaris lumbricoides	Air minum yang tercemar dengan kotoran (biasanya canid) yang mengandung telur	Sebagian besar penyakit asimtomatik atau disertai dengan peradangan, demam, dan diare. Kasus yang parah melibatkan sindrom Löffler di paru-paru, mual, muntah, kekurangan gizi, dan keterbelakangan.
10	Enterobiasis	Enterobius vermicularis	Air minum yang tercemar dengan telur	Perih dubur gatal, mudah marah hiperaktif, gelisah dan insomnia
Golongan Bakteri				
1	Botulisme	Clostridium botulinum	Bakteri dapat masuk melalui luka terbuka dari sumber air yang terkontaminasi. Dapat masuk saluran pencernaan dengan mengkonsumsi air minum terkontaminasi atau (lebih umum) makanan	Mulut kering, penglihatan kabur dan / atau ganda, kesulitan menelan, kelemahan otot, kesulitan bernapas, bicara cadel, muntah dan kadang-kadang diare. Kematian biasanya disebabkan oleh kegagalan pernafasan.
2	Campylobacteriosis	Paling sering disebabkan oleh Campylobacter jejuni	Air minum yang tercemar oleh kotoran	Menghasilkan disentri seperti gejala bersama demam tinggi. Biasanya berlangsung 2-10 hr.
3	Kolera	Disebarkan oleh bakteri Vibrio cholerae	Air minum yang tercemar oleh bakteri	Dalam bentuk parah itu dikenal sebagai salah satu penyakit paling cepat fatal. Gejala termasuk diare yang sangat berair, mual, kram, mimisan, cepat pulus, muntah, dan syok hipovolemik (dalam kasus yang parah), di mana titik kematian dapat terjadi dalam 12-18 jam.

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Cacing (Nematoda)				
4	Infeksi E. coli	Beberapa strain Escherichia coli (E. coli umumnya)	Air yang terkontaminasi dengan bakteri	Sebagian besar diare. Dapat menyebabkan kematian pada immunocompromised individu, sangat muda, dan orang tua karena dehidrasi dari sakit yang berkepanjangan.
5	M. marinum infeksi	Mycobacterium marinum	Tentu terjadi dalam air, kebanyakan kasus dari paparan di kolam renang atau lebih sering akuarium, infeksi jarang terjadi karena sebagian besar menginfeksi immunocompromised individu	Gejala termasuk lesi biasanya terletak pada siku, lutut, dan kaki (dari kolam renang) atau lesi pada tangan (akuarium). Lesi bisa menyakitkan.
6	Disentri	Disebabkan oleh sejumlah spesies dalam genera Shigella dan Salmonella, yang paling umum adalah Shigella dysenteriae	Air yang terkontaminasi dengan bakteri	Sering bagian dari kotoran dengan darah dan / atau lendir dan dalam beberapa kasus muntah darah.
7	Legionellosis (dua bentuk yang berbeda: penyakit Legionnaires 'dan demam Pontiac)	Disebabkan oleh bakteri yang termasuk genus Legionella (90% dari kasus disebabkan oleh Legionella pneumophila)	Air yang terkontaminasi: organisme tumbuh subur di lingkungan air hangat.	Demam Pontiac menghasilkan gejala ringan menyerupai akut influenza tanpa pneumonia. Penyakit Legionnaires 'memiliki gejala berat seperti demam, menggigil pneumonia, (dengan batuk yang terkadang menghasilkan dahak), ataksia, anoreksia, nyeri otot, malaise dan kadang-kadang diare dan muntah

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Cacing (Nematoda)				
8	Leptospirosis	Disebabkan oleh bakteri dari genus <i>Leptospira</i>	Air yang terkontaminasi oleh urin hewan membawa bakteri	Dimulai dengan gejala seperti flu kemudian berhenti. Tahap kedua kemudian terjadi meningitis, kerusakan hati (penyebab penyakit kuning), dan gagal ginjal
9	Otitis externa (telinga perenang)	Disebabkan oleh sejumlah bakteri dan spesies jamur.	Berenang di air yang terkontaminasi oleh patogen yang bertanggung jawab	Telinga kanal membengkak menyebabkan nyeri dan kelembutan untuk menyentuh
10	Salmonellosis	Disebabkan oleh banyak bakteri dari genus <i>Salmonella</i>	Air minum yang tercemar dengan bakteri. Lebih umum sebagai penyakit makanan ditanggung.	Gejalanya meliputi diare, demam, muntah, dan kram perut
11	Demam tifoid	<i>Salmonella typhi</i>	Konsumsi air yang terkontaminasi dengan tinja orang yang terinfeksi	Ditandai dengan demam berkelanjutan hingga 40 ° C (104 ° F), berlimpah berkeringat, diare, kurang umum suatu ruam mungkin terjadi. Gejala maju ke delirium dan limpa dan hati membesar jika tidak diobati. Dalam hal ini dapat bertahan hingga empat minggu dan menyebabkan kematian.
12	Vibrio Penyakit	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>Vibrio alginolyticus</i> , dan <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Dapat memasukkan luka dari air yang terkontaminasi. Juga mendapat dengan minum air yang tercemar atau makan matang tiram.	Gejala termasuk ledakan, diare, mual berair, muntah, kram perut, dan kadang-kadang demam.

No	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Golongan Virus				
1	Infeksi adenovirus	Adenovirus	Benar memanifestasikan dirinya dalam air yang telah diolah	Gejala termasuk gejala flu biasa , pneumonia , croup , dan bronkitis
2	Gastroenteritis	Astrovirus , Calicivirus , adenovirus enterik , dan Parvovirus	Benar memanifestasikan dirinya dalam air yang telah diolah	Gejala termasuk diare , mual , muntah , demam , malaise , dan nyeri perut
3	SARS (Sindrom Pernapasan Akut Parah)	Coronavirus	Memanifestasikan dirinya dalam air benar diperlakukan	Gejala termasuk demam , mialgia , letargi , pencernaangejala , batuk , dan sakit tenggorokan
4	Hepatitis A	Hepatitis A virus (HAV)	Dapat memanifestasikan dirinya dalam air (dan makanan)	Gejala hanya akut (tidak kronis panggung untuk virus) dan termasuk Kelelahan , demam , sakit perut , mual , diare , penurunan berat badan , gatal , sakit kuning dan depresi .
5	Poliomyelitis (Polio)	Virus polio	Memasuki air melalui kotoran individu yang terinfeksi	90-95% dari pasien tidak menunjukkan gejala , 4-8% memiliki gejala ringan (relatif) dengan delirium , sakit kepala , demam , dan sesekali kejang , dan kelumpuhan spastik , 1% memiliki gejala non-lumpuh meningitis aseptik . Sisanya memiliki gejala-gejala serius yang berakibat pada kelumpuhan atau kematian
6	Polyomavirus infeksi	Dua dari Polyomavirus : virus JC dan BK virus	Sangat luas, dapat memanifestasikan dirinya dalam air, ~ 80% dari populasi memiliki antibodi untuk Polyomavirus	BK virus menghasilkan ringan infeksi pernapasan dan dapat menginfeksi ginjal dari immunosupresitransplantansi pasien. Virus JC menginfeksi sistem pernapasan , ginjal atau dapat menyebabkan progressive multifocal leukoencephalopathy di otak (yang sangat fatal).

Pantai yang tercemar *Mercury* (air raksa). Tahun 2011 meledaknya PLTN Jepang menyebabkan pencemaran air, udara dan makanan sampai radius 30 km, sehingga meresahkan masyarakat jepang dan seluruh dunia. Hal ini menunjukkan

betapa pentingnya peranan interaksi antara manusia dengan lingkungannya, terhadap kesehatan masyarakat.

B. Karakteristik Air

1. Kandungan Air di Bumi

Kandungan air di bumi sangat berlimpah, volume seluruhnya mencapai 1.400.000.000 km³. Lebih kurang 97% merupakan air laut (air asin) yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung dalam kehidupan manusia. dari 3% sisanya, 2% berupa gunung-gunung es di kedua kutub bumi. Selebihnya 0,75% merupakan air tawar yang mendukung kehidupan makhluk hidup di darat, terdapat di danau, sungai dan di dalam tanah. Air tawar tersebut berasal dari siklus air (daur hidrologi) secara alami. Meskipun demikian, untuk mendapatkan air tawar yang sangat diperlukan manusia tidaklah mudah. Oleh karena itu, hemat dalam pemakaian air dan mencegah pencemaran air merupakan langkah yang harus diambil.

2. Sifat-sifat Air

Air mempunyai rumus kimia H₂O. Satu molekul air terbentuk dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Air adalah pelarut universal, artinya hampir semua zat dapat larut di dalam air. Garam dan oksigen adalah contoh zat mudah larut, sedangkan oli atau minyak sulit larut di dalam air. Air mempunyai tiga wujud, yaitu padat (es, salju), cair (air tawar, air laut) dan gas (uap air). Untuk merubah air dari wujud padat ke cair atau dari wujud cair ke gas diperlukan energi.

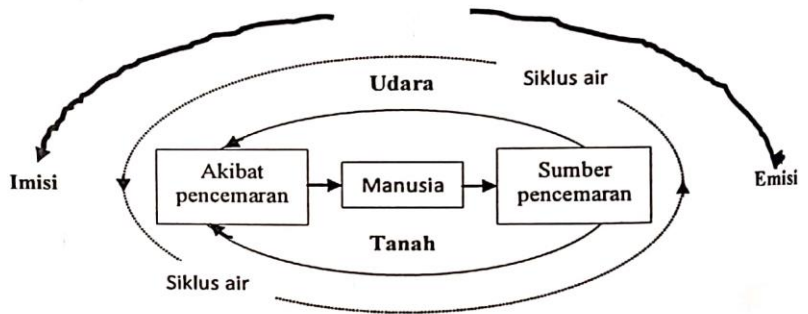
3. Proses Perubahan Wujud Air

Untuk merubah wujud air, diperlukan energi panas. Jika air dipanaskan di dalam ceret, maka pada saat air mendidih ada uap air yang keluar dari mulut ceret dan menyebar di udara. Uap air tersebut tidak terlihat pada saat suhu air rendah. Namun adanya uap air dapat dibuktikan, misalnya dengan

mendekatkan piring ke mulut ceret. Pada sisi piring yang menghadap mulut ceret akan terjadi embun. Saat air mendidih, uap air yang keluar dari mulut ceret akan terlihat. Bila pendidihan kita teruskan maka pada suatu saat air yang ada dalam ceret akan habis menguap (menjadi uap air).

4. Siklus Air

Volume air di bumi ini adalah tetap, namun wujudnya berubah-ubah sesuai dengan kondisi dan tempat air itu berada. Untuk memperjelas hal ini dapat digambarkan berupa Siklus Air sebagai berikut :



a. Proses Penguapan

Proses perubahan air menjadi uap air disebut penguapan. Penguapan memerlukan energi panas, misalnya api kompor (bab 1.3). Penguapan di alam (penguapan air laut dan air yang ada di daratan) terjadi dengan bantuan energi panas dari sinar matahari. Pada penguapan air laut, garam yang terkandung dalam air laut tidak diuapkan (tetap tertinggal di laut). Jika uap air laut diembunkan akan diperoleh air tawar yang relatif murni.

b. Tingkat Penguapan

Tingkat penguapan bergantung pada dua faktor yang berbeda, yaitu :

- 1) Suhu udara
- 2) Besar kandungan uap air yang terdapat di udara. Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air diserap oleh udara. Semakin kecil persentase uap air di udara, semakin banyak uap air dapat diserap udara. Suhu udara di padang pasir pada siang hari cukup tinggi, maka apabila terdapat air permukaan akan terjadi penguapan yang tinggi.

5. Bentuk Penguapan

- a. Penguapan air dapat terjadi melalui tumbuhan maupun permukaan bumi. Penguapan air melalui tumbuhan disebut transportasi. Dengan demikian terdapat dua bentuk penguapan air yang berbeda di alam :

- 1) Penguapan di permukaan bumi (dari lautan, daratan)

- 2) Penguapan melalui tumbuhan (disebut transportasi).

b. Kondensasi Uap Air

Kondensasi merupakan proses kebalikan dari penguapan. Kondensasi uap air berarti proses perubahan uap air menjadi air (proses pengembunan). Di udara, kondensasi uap air terjadi jika :

- 1) Udara yang sudah jenuh uap air ditambah uap air atau zat lain

- 2) Suhu udara yang jenuh uap air turun

Uap air yang mengembun di udara membentuk tetes-tetes air yang sangat kecil dan dapat dilihat sebagai awan di langit.

c. Transportasi oleh Angin

Udara yang mengandung uap air atau awan dapat terbawa angin ke tempat lain. Oleh karena itu angin memiliki peran penting dalam menentukan daerah dimana hujan akan terjadi.

d. Hujan

Tetes-tetes air hasil kondensasi terlalu kecil untuk dapat jatuh ke bumi, tetes-tetes air yang sangat kecil ini mungkin kan menguap kembali. Dengan bantuan transportasi angin, maka dapat diperkirakan bahwa sampai satu juta tetes-tetes air yang sangat kecil tadi akan bertumpuk dan membentuk satu tetes air yang lebih besar. Tetes-tetes air besar inilah yang dapat jatuh sampai ke permukaan bumi sebagai tetesan hujan. Di daerah iklim sedang dengan ketinggian tertentu, kristal-kristal es bertumpuk dengan tetes-tetes air yang sangat kecil tadi dan membentuk satu gumpalan es. Gumpalan es ini akan meleleh pada waktu jatuh dan sampai ke bumi sebagai tetesan hujan.

Hujan lebih banyak terjadi di daerah pegunungan dibandingkan dengan dataran rendah, karena suhu udara jenuh uap air, akan mengalami penurunan suhu setelah di bawa oleh angin dari daratan rendah ke kegunungan. Besarnya curah hujan di pegunungan ditambah dengan pepohonan yang lebat menyebabkan ketersediaan air bersih dipegunungan relatif banyak.

e. Peresapan Air

Air hujan yang jatuh ke tanah tidak seluruhnya langsung mengalir sebagai air permukaan, tetapi ada yang terserap oleh tanah. Peresapan air ke dalam tanah pada umumnya terjadi melalui dua tahapan, yaitu infiltrasi dan perkolasi. Infiltrasi adalah gerakan air menembus permukaan tanah masuk ke dalam tanah. Perkolasi adalah proses penyaringan air melalui pori-pori halus tanah sehingga air bisa meresap ke dalam tanah. Kedalaman air yang masuk ke tanah bergantung dari beberapa faktor, yaitu : jumlah air hujan, porositas tanah, jumlah tumbuh-tumbuhan serta lapisan yang tidak dapat ditembus oleh air. Air yang tertahan oleh

lapisan kedap air (misalnya batu) membentuk air tanah. Air tersebut dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Di daerah perkotaan yang pada penduduknya peresapan air kecil sekali, karena sebagian besar lahan tanah tertutup/dilapis aspal atau dibeton dan perumahan dibangun dimana-mana, sehingga luas tanah terbuka semakin sempit sehingga sedikit pula dapat menyerap air. Seharusnya beberapa tempat di kota dibiarkan terbuka sebagai tanah resapan air hujan.

f. Sumber-sumber Air di Alam

Terbentuknya sumber-sumber air di alam mengalami serangkaian proses. Air hujan jatuh ke tanah kemudian meresap ke dalam tanah. Sampai di kedalaman tertentu, air tersebut tertahan oleh lapisan batu-batuan (lapisan kedap air), yang membendung air sehingga tidak terus meresap ke bawah. Dari celah-celah bebatuan tersebut dapat kita temukan sumber air yang jernih dan tidak tercemar.

g. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang menggenang atau mengalir di permukaan tanah, misalnya danau, sungai dan rawa-rawa. Sungai merupakan pengumpulan dari tiga jenis limpasan, yaitu : limpasan permukaan, limpasan di bawah permukaan dan limpasan air tanah, yang akhirnya akan kembali ke laut.

h. Sirkulasi Air di Bumi

Siklus air atau daur hidrologi adalah pola sirkulasi air dalam ekosistem. Proses-proses dalam Siklus Air adalah sebagai berikut :

- 1) Penguapan, yaitu proses perubahan air menjadi uap air dengan bantuan energi panas dari sinar matahari
- 2) Transpirasi, yaitu proses penguapan air yang terjadi

- melalui tumbuhan
- 3) Kondensasi, yaitu proses perubahan uap air menjadi tetes-tetes air yang sangat kecil (pengembunan)
 - 4) Transportasi, yaitu proses pengangkutan awan/uap air oleh **angin** menuju ke daerah tertentu yang akan kejatuhan hujan
 - 5) Hujan, yaitu proses jatuhnya tetes-tetes air “besar” (tumpukan tetes-tetes air kecil hasil kondensasi) sampai ke permukaan bumi
 - 6) Infiltrasi, yaitu gerakan air hujan menembus permukaan tanah kemudian masuk ke dalam tanah (peresapan)
 - 7) Perkolasi, yaitu proses penyaringan air melalui pori-pori halus tanah sehingga air dapat meresap dalam tanah (peresapan)
 - 8) Aliran air dalam tanah, yaitu air hujan yang meresap ke dalam tanah dan mengalir di atas lapisan kedap air sampai muncul kembali dipermukaan tanah sebagai mata air, atau mengalir hingga ke laut
 - 9) Aliran Air permukaan, yaitu air hujan yang tidak meresap ke dalam tanah melainkan menggengang atau mengalir di permukaan tanah.

-ooOoo-

BAB I

SUMBER AIR DAN KUALITASNYA

A. Air hujan

Air merupakan penyubliman awan/uap air murni yang ketika turun, dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara. Diantara benda-benda yang terlarut dari udara tersebut adalah :

1. Gas (O_2 , CO_2 , N_2 , dan lain-lain)
2. Jazat-jazat renik, berupa bakteri, fungi, spora, virus;
3. Debu polutan udara.

Kelarutan gas CO_2 di dalam air hujan akan membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang menjadikan air hujan bereaksi asam. Beberapa macam gas oksida belerang dan oksida nitrogen (S_2O_2 dan N_2O_5). Kedua oksida ini bersama-sama dengan air hujan akan membentuk larutan asam sulfat dan larutan asam nitrat (H_2SO_4 dan H_2NO_3). Setelah mencapai permukaan bumi air hujan bukan merupakan air bersih lagi hujan bukan merupakan air bersih lagi.

B. Air permukaan

Air permukaan merupakan salah satu sumber yang dapat dipakai untuk bahan baku air bersih. Dalam menyediakan air bersih terutama untuk air minum, dalam sumbernya perlu diperhatikan tiga segi yang penting yaitu, mutu air baku, banyaknya air baku, dan kontinuitas air baku. dibandingkan

dengan sumber lain permukaan merupakan sumber air yang tercemar. Keadaan ini terutama berlaku bagi tempat-tempat yang dekat dengan tempat tinggal penduduk. Hampir semua buangan dan sisa-sisa kegiatan manusia dibuang kedalam badan air permukaan. Disamping manusia, fauna dan flora juga turut mengambil bagian dalam mengotori air permukaan. Sejumlah logam berat, alkali tanah, benda-benda koloid, benda-benda trapung dan melayang, zat warna dan sebagainya dapat berada dalam air.

Key (1996) menyebutkan tentang *pencemaran air* sebagai berikut : "Air disebut tercemar apabila air itu berubah komposisinya atau keadaannya, secara langsung berbagai akibat manusia sehingga air itu menjadi kurang berguna tertentu atau semua kebutuhan dibandingkan dengan apabila air itu berada dalam keadaan alamiah semua".

Jhon Picford (1978) menekankan bahwa pencemaran air semat-mata disebabkan oleh kegiatan manusia saja. Tanah, rumput-rumputan, ganggang (algae) dan pengotoran alamiah lain yang turut mengotori air hanya digolongkan kedalam "kotoran" (impurity).

Selanjutnya dikelompokkan juga 5 golongan "kotoran" yang dihasilkan manusia (atau disebut juga: pencemar) sbb:

1. Kotoran yang bersal dari hewan dan orang, yang mengandung bakteri dan virus. Kotoran ini dapat dihanyutkan dalam sungai-sungai dan biasa terdapat dalam tanki-tanki tinja di desa dan bisa juga berada didalam sumur-sumur atau mata air yang tidak terlindungi.
2. Air limbah dari pertanian, sebagai akibat usaha pertanian maka terjadi erosi tanah yang bertambah, kandungan pupuk dan obat pembasmi serangga dalam air.
3. Kotoran-kotoran rumah tangga misalnya air bekas mandi, mencuci pakaian, alat-alat dapur. Air dapat mengandung sisa

makanan yang sangat banyak sekali.

4. Air buangan industri, sangat bervariasi banyaknya dan komposisinya. Air buangan dari pertambangan dan mengolahan mineral tergolong dalam kelompok ini.

Jadi dapat dipahami bahwa air permukaan badan air yang mudah sekali dicemari terutama oleh kegiatan manusia. Oleh karena itu mutu air permukaan perlu mendapat perhatian yang seksama kalau air permukaan akan dipakai sebagai bahan baku air bersih. Kontinuitas, dan banyak air dapat dianggap tidak menimbulkan masalah yang besar untuk penyediaan air bersih yang masih memakai yang memakai bahan baku air dari permukaan. Mengingat mutu air permukaan yang mudah dicemari maka diperlukan pengolahan yang baik sebelum air permukaan dipakai sebagai sumber air bersih. Termasuk kedalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari :

1. Sungai
2. Selokan
3. Rawa
4. Parit
5. Bendungan
6. Danau
7. Laut (dari lautan) dan sebagainya.

Air yang berasal dari parit, selokan dan sungai mempunyai beberapa kesamaan yaitu diantaranya mengalir sambil menghanyutkan bahan-bahan pencemar dan pengotor air. Bahan pencemar dan pengotor air ini bisa dibedakan benda-benda sebagai berikut :

1. Melarut : Zat warna, garam dan sebagainya
2. Terapung : Tinja, kayu-kayuan dan sebagainya
3. Melayang : Benda-benda koloid dan sebagainya

Air yang berasal dari rawa, bendungan dan danau merupakan air yang diam dan tersimpang dalam waktu yang cukup lama. air ini biasanya mengalami sisa-sisa pembusukan didalam seperti misalnya pembusukan akar-akar, rumput-rumput serta mengandung algae, fungi dan jasad-jasad renik lainnya.

Perlu diperhatikan adanya kandungan tannin dan lingin didalam air rawa sebagai sisa pembusukan rumput-rumput dan akar kayu-kayuan. Air yang berasal dari laut mengandung garam-garaman dalam kadar yang cukup tinggi. untuk memperoleh air minum dari laut diperlukan usaha-usaha pemurnian air laut dengan jalan penyulingan, penukaran ion-ion (*ion exchange*) dan sebagainya. Sistem ini menyangkut biaya yang mahal.

Air di alam dapat mengandung zat beracun. Diantara penyebab timbulnya racun ini adalah sejenis ganggang (*algae*). Secara umum unsur-unsur kimia yang beracun dalam air dapat di bagi menjadi 2 kelompok.

1. Kelompok Pertama

Bahan-bahan kimia yang bersifat racun bila terkandung dalam air melebihi batas jumlah tertentu dan bahan-bahan kimia yang dapat menjadi beracun bila dimakan manusia melalui media-media selain air. Dalam kelompok ini termasuk :

- | | |
|----------------------------|----------------|
| a. Arsen | f. Fluoride |
| b. Barium | g. Timah hitam |
| c. Cadmium | h. Selenium |
| d. Chromium (bervalensi 6) | i. Perak |
| e. Cyanide | |

2. Kelompok kedua

Bahan-bahan kimia yang mempunyai pengaruh faali yang berbeda terhadap tubuh manusia tetapi pasti mempengaruhi penerimaan air oleh masyarakat. Bahan-bahan kimia ini adalah:

- a. Alkyl Benzene Sulfonate

- b. Carbon Chloriform Extract
- c. Chlorida
- d. Tembaga
- e. Besi
- f. Mangan
- g. Nitrat
- h. Phenol-phenol
- i. Sulfat
- j. Total Dissolved Solids
- k. Zincum.

C. Air Tanah

1. Sifat air tanah

Sebagian air hujan yang mecpai permukaan bumi akan menyerap kedalam tanah dan akan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah sambil berubah sifatnya.

a. Lapisan tanah atas (Topsoil)

Pada lapisan ini terjadi kegiatan bakteri yang cukup banyak sambil melepaskan CO_2 banyak-banyak. CO_2 yang banyak ini akan bereaksi dengan air hujan dan menambah kosentrasi H_2CO_3 . Bila dalam lapisan ini terdapat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (batu kapur) maka akan terjadi reaksi, $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Kalsium bikarbonat yang terbentuk ini akan larut dalam air.

b. Lapisan tanah bawah (Subsoil)

Kegiatan bacteria tidak seberapa disini. Reaksi-reaksi yang terjadi pada lapisan tanah atas terjadinya juga disini tetapi tidak banyak pada lapisan tanah.

c. Lapisan batu kapur

Pada lapisan ini terdapat batu-batuan, diantaranya batu kapur (CaCO_3).

Air hujan yang sudah bereaksi asam karena mengandung H_2CO_3 itu akan bereaksi dengan batuan-batuan ini. Reaksi kimia disini terjadi besar-besar sebagai berikut :



Gambar proses pembentukan air tanah tersebut dapat dilihat pada diagram berikut ini :

Pembentukan air tanah :

Zona dengan kegiatan bakteri besar-besar \rightarrow banyak CO_2 (Lapisan tanah atas)

Beberapa reaksi :



-----dan sebagainya (retakan lapisan batu kapur)

Zona dengan reaksi kimia besar-besaran :



Ion Ca^{++} ini menjadikan air tanah bersifat sadah. Ion yang menjadikan air sadah adalah : Mg^{++} , Sr^{++} , Fe^{++} dan Mn^{++} yang semuanya merupakan kation logam bivalen. Air yang sadah yang menyulitkan sabun berbusa didalamnya. Bila dipanaskan akan memberikan endapan-endapan seperti kerak. Untuk diterjen, busa tetap akan terbentuk didalam air sadah.

2. Permukaan air tanah

Air akan mencapai lapisan didalam tanah yang tidak tembus (impervious) yang disebut aquiclude. Disini air akan mengalir kelateral membentuk air tanah. Bagian lapisan

tanah dimana air tanah ini mengalir kelateral disebut “Zone of saturation”. Karena berisi air, ia disebut juga “aquifer”. Bagian atas permukaan dari “zone saturation” disebut “Water table”. Bagian atas permukaan “zone saturation” sering dilapisi oleh aquiclude. Permukaan air tanah dapat turun atau naik tergantung dari banyak air. Arah aliran air tanah dapat berubah-ubah bila menemui lapisan yang tidak tembus (inpervious).

Tabel 1. Perbandingan Kualitas Air Menurut Sumbernya

No.	Parameter	Jenis Sumbernya		
		Air Hujan	Air Permukaan	Air Sumur
A.		Fisika		
1	Warna	15	100-350	< 5
2	Kekeruhan	-	75-500	4
3	Baru	Tak bau	Berbau	Tak berbau
4	Rasa	Tak rasa	Berasa	Tak berasa
5	DHL	-	100-250	-
B.		Kimia		
1	Ph	8,0	6,5-7,0	6,65
2	Zat Padat	-	-	76,0
3	Zat Organik	2,53	7,9-30	4,42
4	CO ₂ Bebas	4,4	8,8-22	23,9
5	Alkalilymity	40,0	40-100	-
6	Kesadahan	2,4	1-3	1,7
7	Besi	-	0,5-50	0,0
8	Mn	-	+	0,0
9	Sulfat	-	-	0,0
10	Phosfat	-	-	-
11	Ammonium	-	0,1-2	0,04
12	Nitrat	-	0,35	0,01
13	DO	-	-	-
14	Silica	-	-	-
15	Chlorida	9,23	7,1- 20	4,81
16	Sisa chlor	-	-	-
C.		Biologi		
1	Coli form	-	-	1.600
2	Coli tinja	-	-	-

-ooOoo-

BAB IV

METODE MENENTUKAN PENCEMARAN AIR

A. Pengertian

Semua makhluk hidup ini memerlukan air, karena air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan. Khususnya manusia, air diperlukan untuk berbagai keperluan, antara lain rumah tangga, industri, pertanian dan sebagainya. Dalam memenuhi kebutuhan air, manusia selalu memperhatikan kualitas dan kuantitas air. Kualitas yang cukup diperoleh dengan mudah karena adanya siklus hidrologi, yakni siklus ilmiah yang mengatur dan memungkinkan tersedianya air permukaan dan air tanah. Namun demikian, penambahan penduduk dan kegiatan manusia menyebabkan pencemaran sehingga kualitas air yang baik dan memenuhi persyaratan tertentu sulit diperoleh. Dalam hal ini masalah pencemaran air dapat diidentifikasi melalui beberapa cara, antara lain dengan pengamatan tidak langsung dan langsung. Adapun yang dimaksudkan dengan pengamatan tidak langsung melalui keluhan penduduk pemakai air leding berbau bahan kimia. Sebagian lainnya menyaksikan kematian ikan di perairan yang mereka gunakan untuk keperluan rumah tangga. Sedangkan pengamatan langsung melalui indera untuk mengidentifikasi bau busuk, rasa tidak enak, kekeruhan, pertumbuhan algae dan rumput, dan kematian ikan. Selain itu identifikasi masalah diperoleh dengan mempelajari laporan hasil penelitian dan monitoring yang dilakukan oleh satu instansi pemerintah maupun swasta. Dari berbagai cara itu, dapat diidentifikasi masalah secara kasar yang

menjadi titik tolaknya melakukan penelitian.

B. Sampling

Dalam pembahasan buku ini, penulis membatasi sampel/sampling pada air sungai, air danau, dan air limbah. Apabila ingin mempelajari dampak air limbah terhadap kualitas sungai, sekurang-kurangnya harus diambil dua lokasi sampel.

Satu lokasi berada di hulu dimana air tidak tercemar, dan yang satunya berada di muara dimana air tercemar secara *vertical* dan *lateral*. Lokasi di daerah muara diusahakan lebih banyak daripada lokasi di daerah hulu, hal ini diperlukan untuk mempelajari dampak pencemaran secara terinci untuk mempelajari dampak yang lama dibutuhkan beberapa lokasi sampel yang cukup jauh. Sedangkan untuk mempelajari dampak yang singkat, cukup beberapa lokasi sampel yang berdekatan. Kemudian pada setiap lokasi diambil dua posisi untuk mendapatkan gambaran pengaruh pencemaran melintang. Pengambilan sampel air agar tidak mengganggu sediment di dasar sungai dan lapisan permukaan air. Pengambilan sampel sebaiknya dalam posisi sama, yakni 30 cm dari permukaan atau dari dasar sungai. Lokasi dan posisi sampel pada sistem perairan yang tidak mengalir seperti danau dan reservoir berlainan dengan sungai. Kualitas air danau dipengaruhi banyak faktor antara lain sungai atau aliran yang masuk dan keluar danau, saluran air limbah yang masuk danau, angin, sinar matahari.

Sungai yang memasuki danau menyebabkan kualitas air danau berbeda di satu lokasi dengan lokasi lainnya karena pencemaran dari sungai. Saluran air limbah mengakibatkan sebagian kualitas air danau dicemari. Angin meniup permukaan air danau membawa sebagian algae berpindah dari satu tempat ke tempat lain yang langsung mempengaruhi perbedaan kualitas air. Radiasi sinar matahari menyebabkan perbedaan temperatur dan kelarutan oksigen menurut kedalaman. Oleh karena itu,

penetapan lokasi dan posisi sampel supaya memperhatikan banyak factor termasuk tujuan kedalaman dan penelitian. Lokasi sampel untuk mempelajari seluruh atau sebagian perairan danau berbeda. Bila mana ingin dipelajari dampak dari five satu satuan air limbah, sekurang-kurangnya ada 3 lokasi, yakni :

1. Lokasi pertama untuk mengetahui akibat langsung air limbah.
2. Lokasi kedua untuk mengetahui akibat setelah air limbah mengalami pencemaran secara vertikal dan lateral.
3. Lokasi ketiga berupa control dimana tidak terjadi pencemaran.

Mengingat adanya stratifikasi menurut kedalaman air, maka paling tidak dipilih 3 posisi sampel, yakni 1 meter dibawah permukaan air, 1 meter diatas dasar danau, dan 1 meter di tengah antara permukaan dan dasar. Beberapa posisi dengan interval 1 m dapat memberi gambaran kualitas air yang lebih teliti. Pada perairan danau yang dangkal biasanya tidak ada stratifikasi kedalaman, sehingga posisi sampel dapat dibatasi.

Perihal pemilihan sampel (lokasi dan posisinya) pada sistim pendistribusian air leding dan penjernihan air juga menggunakan logika yang sama seperti di perairan sungai. Walaupun demikian ada beberapa hal yang harus mendapat perhatian sehubungan dengan perbedaan kualitas air pada lokasi proses penjernihan dan yang sampai pada konsumen yang jauh dari lokasi tersebut. Perlu diidentifikasi kebocoran pipa distribusi penyebab terjadinya pencemaran. Begitu pula reservoir yang tidak dilindungi dengan baik kemungkinan terjadi pencemaran air. Selain itu sampel supaya diambil secara teratur pada setiap lokasi yang dipilih pada sistim distribusi.

C. Waktu dan Frekuensi Sampling

Kualitas air bisanya berfariasi menurut waktu. variasi bisa terjadi dalam waktu sehari, seminggu, dan setahun. Dalam situasi tidak ada variasi sama sekali, maka variasi dianggap mengikuti trend

normal dan sistematis dari siklus tahunan. Missal dalam 1 tahun diutuhkan 12 sampel, maka pengambilan sampelnya sebaiknya dilakukan sebulan sekali. Perubahan kualitas air sehari terjadi paa air limbah karena proses industri. Pada situasi ini prinsip air yang telah di uraikan dapat diterapkan.

D. Volume dan Macam Sampel

Volume sampel cukup untuk berbagai keperluan termasuk analisa pendahuluan dan ulanga. Volume masing masing analisa biasanya ditentukan pada buku petunjuk. Disini ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian, yakni menghindari kontak antara sampel dengan udara pada pemeriksaan DO, sampel perlu dikocok pada pemeriksaan bacteria, parameter dijaga stabilitasnya, dan dihindari hal hal yang mengakibatkan perubahan konsentrasi. Analisa dapat menggunakan sampel individu (*discrete*) dan campuran (*composite*). Sampel campuran biasanya digunakan untuk analisa air sungai dan limbah. Pada sampel campuran ada kemungkinan parameter berubah karena proses yang terjadi antara pengambilan sampel individu dan analisa. Apabila demikian halnya, sampel individu memberikan informasi yang lebih baik, maka tidak perlu rnenggunakan sampel campuran.

E. Peralatan dan Pengumpulan Sampel

Adapun sampel yang representative hanya dapat diperoleh dengan menggunakan peralatan yang baik dan cara pengumpulan yang benar. Banyak peralatan elektronik sederhana yang bisa digunakan untuk mengukur berbagai parameter. Misalnya DO meter mengukur oksigen terlarut, temperature dan conductivity; pH meter mengukur konsntrasi ion hydrogen diperairan.

Adapun peralatan yang digunakan, pada pengambilan sampel tidak terjadi kntaminasi yang mengakibatkan perubahan

sifat parameter. Untuk menghindari kontaminasi parameter untuk sampel dan peralatan yang digunakan botol dan container dari plastik atau gelas, serta peralatan harus bersih.

Di lain pihak, sampling sering dilakukan oleh petugas yang tidak mengetahui kebutuhan dan ketelitian dalam analisa, untuk itulah guna menghindari kekeliruan harus dibuat petunjuk perinci bagi petugas pengumpul sampel. Sebelum mengambil sampel air dari sistim distribusi, iar dibiarkan untuk mengalir dalam beberapa menit. Botol sampel dibersihkan dengan air 2 atau 3 kali untuk mencegah kontaminasi waktu pengisian melalui tangan.

F. Transportasi dan Penyimpanan Sampel

Sebelum dibawa ke laboratorium, sampel disiapkan agar tidak terjadi kontaminasi dan langsung dilakukan analisa. Dilaboratorium, sampel disimpan di tempat yang gelap, dan temperature rendah kurang lebih 40°C . pada temperatur ini kegiatan biologis biasanya dapat cegah dan di hambat, sehingga mencegah terjadinya perubahan parameter sebelum dianalisa.

G. Analisis Data

Hal-hal yang mengangkut tentang parameter fisik, kimia dan biologis hendaknya diperhatikan dalam masalah mempelajari pencemaran air. Disini, pengukuran secara kuantitative guna memperoleh data dan informasi pencemaran air. Masalah I pengukuran tidak selamanya mudah dilakukan, kesulitan dan hambatan selalu di alami seperti misalnya macam polutan polutan diketahui dengan pasti, knsentrasinya biasanya rendah dan peralatannya kurang sensitif.

Maka untuk memudahkan pengukuran polutan digunakan satuan berat dibagi volume air yakni milligram perliter. Mengingat banyaknya parameter yang dibahas, maka hanya beberap

parameter saja yang digunakan untuk menilai pencemaran air. Adapun parameter-parameter yang dianalisa adalah sebagai berikut:

1. Turbidity

Turbidity atau kekeruhan disebabkan oleh banyaknya faktor seperti debu, tanah liat, bahan organik atau inorganik, dan mikro organisme air. Yang dapat menyebabkan air kotor dan tidak jernih. Dan mengganggu penetrasi sinar matahari, sehingga mengganggu fotosintesis tanaman air. Selain itu bakteri patogen dapat berkoloni didalam atau disekitar bahan penyebab *turbidity*.

Di dalam melakukan pengukuran *turbidity* menggunakan *lilin turbidity meter* dari Jackson dan cara *nephelometer*. Pengukuran dengan *lilin turbidity meter* menggunakan tabung gelas yang dikalibrasi menurut tabel dan standar *lilin*. Tinggi tabung diukur dan dibandingkan dengan standar *turbidity* (1 Unit *Turbidity* = mg/ 1 SI O 2).

Pengukuran *turbidity* berdasarkan atas penetrasian sinar *lilin* melalui sampel air sehingga nyala *lilin* tidak dapat diamati melalui air. Pengukuran ini hanya dapat menentukan *turbidity* terendah 25 unit.

Cara *nephelometer* merupakan pengukuran *turbidity* tidak langsung. Dengan cara membandingkan intensitas penyebaran cahaya yang disebabkan oleh sampel air dengan intensitas yang disebabkan oleh suspensi standar air pada kondisi yang sama. Oleh karena itu baik sekali untuk mengukur *turbidity* yang rendah.

2. Temperatur

Temperature perairan dapat bervariasi tergantung factor adanya pencemaran, misalnya buangan air limbah dapat menyebabkan kenaikan temperature perairan sehingga

mengganggu kehidupan air. Pengukuran temperature dapat dilakukan menggunakan thermometer air raksa dari Celsius, dan dapat dilakukan diperiran pada waktu air masih sampler. Untuk memperoleh ketelitian, temperature agar tiap kali dicek dengan standar.

3. pH

Kosentrasi ion hydrogen (H) dalam suatu cairan dinyatakan dalam pH. Tinggi konsentrasi ion hydrogen, menunjukkan perairan bersifat asam dan sebaliknya. Molekul memiliki kemampuan terurai sangat lambat, air yang netral memiliki kosentrasi ion hydrogen dan hidroxil yang sama. Apabila kedua kosentrasi ion diukur dalam satuan molekul perliter, maka hasil perkalian kosentrasi tersebut akan tetap sama dan disebut produk konstas yang ada di air.

$$K_w = (H) \times (OH) = 10^{-14}$$

Ini berarti perairan bersifat asam. Selanjutnya untuk mempermudah dalam menyatakan konsentrasi ion tersebut, diambil logaritma basis 10.

$$\text{Log } (H^+) \times (OH^-) = \text{log } 10^{-14}$$

$$\text{Log } (H^+) + \text{Log } (OH^-) = -14$$

$$-\text{log } (H) - \text{log } (OH) = 14$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

4. Dissolved Oksigen (DO)

Oksigen terlarut (DO) merupakan parameter penting untuk mengukur pencemaran air. Walaupun oksigen (O_2) sulit larut dibutuhkan oleh semua jenis kehidupan di air. Tanpa adanya oksigen tidak ada kehidupan tanaman dan binatang di perairan seperti air sungai, danau, dan reservoir. Adapun konsentrasi oksigen terlarut di air dapat diukur dengan winkler DO test dan menggunakan DO meter. Cara pengukuran pertama berdasarkan atas reaksi kimia berikut :

- a. Ion magneesse ditambahkan pada sampel mengikat oksigen dan terjadi endapan MnO_2
- b. Kemudian iodide ditambahkan dan bereaksi dengan magneesse oxida membentuk iodide
- c. Konsentrasi iodide diukur melalui titrasi dengan sodium thiosulfat.

Pengukuran menggunakan DO meter dapat menghindari kemungkinan perubahan tersebut.

5. *Biological Oksigen Demand (BOD)*

Biological oksigen demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pada waktu melakukan dekomposisi bahan organik yang ada di perairan. Pengukuran konsentrasi oksigen yang digunakan untuk dekomposisi lebih penting daripada pengukuran DO.

Pengukuran BOD pada dasarnya dilakukan dengan menempatkan sampel pada botol 300 ml di inkubasi pada temperature $20^{\circ}C$ selama lima hari. BOD dapat dihitung dengan formula:

$$BOD = \frac{D1-D2}{P} \text{ mg/l}$$

Jika ada *seeding*:

$$BOD = \frac{(D1-D2)-(B1-B2)f}{P} \text{ mg/l}$$

D1 = DO diisi sampel sebelum inkubasi.

D2 = DO diisi sampel sesudah inkubasi.

P = dilusi sampel

B1 = DO seed sebelum inkubasi

B2 = DO seed sesudah inkubasi

F = ratio seed dengan sampel.

6. *Total Solid (TS)*

Total solid atau residu terdiri dari bahan terlarut (*desolved solid*) dan tidak terlarut (*suspended solid*) yang ada di air. Adanya *solid* dalam air menyebabkan kualitas air tidak baik, menimbulkan berbagai reaksi dan mengganggu estetika. Dalam pengukuran *total solid* dengan cara pengeringan sampel pada temperature tertentu. Pengukuran *solid* terlarut menggunakan cara penguapan dan pemanasan pada temperature 180°C, dengan prinsip yang sama dapat diketahui konsentrasi *solid* tersebut. Melalui kedua cara ini dapat diperkirakan *suspended solid*, yakni perbedaan antara *total solid* dengan *dissolved solid*.

7. Phosphate

Phosphate banyak terdapat di perairan dalam bentuk inorganik dan organik sebagai larutan, debu, dan tubuh organisme. Sumber utama phosphate inorganik dari penggunaan detergen, alat pembersih untuk keperluan rumah tangga atau industri dan pupuk pertanian. Phosphate organik berasal dari makanan dan buangan rumah tangga. Semua phosphate mengalami proses perubahan biologis menjadi phosphate inorganik yang selanjutnya digunakan oleh tanaman membuat energi.

Phosphate sangat berguna untuk pertumbuhan organisme dan merupakan factor yang menentukan produktivitas badan air. Phosphate berada pada sediment dan Lumpur air bersama kehidupan biologis yang berada di atas air. Phosphate merupakan parameter untuk mendeteksi pencemaran air.

8. Nitrat

Nitrat, nitrite dan ammonia adalah senyawa nitrogen organik yang banyak mendapat perhatian pada kualitas air. Nitrat biasanya ada di air permukaan dalam konsentrasi kecil, dan kemungkinan mencapai konsentrasi tinggi pada air tanah. Dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan kelainan

pada bayi yang disebut infantile methomoglobinemia. Nitrate adalah unsure penting dalam proses protosintesis tanaman air. Nitrit merupakan bentuk antara oksidasi ammonia ke nitrat atau reduksi nitrat ke ammonia. Nitrit dapat masuk perairan melalui air limbah industri. Amonia secara alamiah ada di air permukaan dan air limbah. Pada air tanah konsentrasi sangat rendah karena terikat pada partikel tanah sehingga tidak lepas dari tanah. Ammonia dihasilkan dari deaminasi urea dan nitrogen organik melalui proses hidrolisis. Semua bentuk nitrogen dapat diukur secara analisa menggunakan kalori meter.

9. Bakteri Coli

Bakteri coli adalah organisme yang biasa hidup didalam pencernaan manusia atau hewan yang berdarah panas. Bakteri coli dipakai sebagai indikator organisme karena ditemukan dengan cara yang sederhana, tidak berbahaya sulit hidup lebih lama dari pada pathogen yang lainnya. Ada beberapa cara menentukan bakteri coli antara lain menggunakan *membrane filter technique*, *multiple tube fermentation*, dan *procedure presend-absent*.

10 . Biologis

Kwalitas air mempengaruhi kehidupan di air. Berbagai macam organisme yang hidup diperairan adalah *plankton*, *periphyton*, *makrophyton*, *organisme benthos* dan ikan. Plankton adalah tanaman (*phytoplankton*) dan binatang (*zooplankton*) yang biasanya berenang atau terapung diperairan dan mengikuti arus air.

Phytoplankton terdiri dari *algae* dan bakteri sel tunggal dan dapat membentuk koloni atau filamen. *Zooplankton* termasuk *prozoa*, *rotifers*, *cladozerans*, dan *copechoda*. *Phytoplankton* menghasilkan energi melalui proses fotosintesis menggunakan bahan inorganik dan sinar matahari. Sedangkan *zooplankton*

adalah konsumen pertama yang memperoleh energi dan makanan dari phytoplankton. Pengukuran plankton dilakukan dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Pada pengukuran kualitatif sampel air langsung diperiksa menggunakan mikroskop binocular dengan pembesaran 100 kali, 200 kali, 450 kali, dan 1.000 kali, guna mengidentifikasi spesies. Identifikasi spesies menggunakan referensi taksonomi. Cara pengukuran kuantitatif antara lain penentuan chlorophyll A dan produktifitas algae. Dalam hal ini ada dua cara mengukur chlorophyll A yaitu menggunakan *spectrophotometer* dan *fluorometer*.

Peryphyton adalah sekumpulan organisme yang tumbuh pada substrat di air dan ini termasuk *bacteria*, *ragi*, *molds*, *algae*, *protozoa*, *sponges*, dan *corals*. Komposisi kehidupan di air sangat tergantung pada *peryphyton* seperti *plankton*, *peryphyton* merupakan parameter pencemaran air yang sensitif. Cara pengukuran kualitas dan kuantitatif plankton dapat diterapkan untuk *peryphyton* hanya pada identifikasi menggunakan referensi yang berbeda. *Makrophyton* ialah tanaman air yang memiliki struktur multi sel dan memiliki akar, batang dan daun. Mereka dapat tumbuh pada dasar, permukaan, dan perairan. Pertumbuhan tanaman air semacam ini dipengaruhi oleh turbiditi, nutrient, pestisida, bahan organik yang ada diperairan pengukuran makrophyton dapat dilakukan dengan cara kualitatif dan kuantitatif.

Organisme benthos adalah binatang yang relative besar dan sebagian siklus hidupnya berada didalam atau pada substra di air. Adapun yang termasuk dalam kelompok ini adalah cacing, serangga air, anelida, molusca. Komuniti benthos sensitive pada perubahan kualitas air. Dalam mempelajari sifat organisme benthos bermanfaat dalam mendeteksi masalah pencemaran air. Perairan yang memperoleh pencemaran berat, sedang

dan ringan memiliki organisme benthos dengan spesies berlainan. Pengukuran organisme benthos dapat secara kualitatif dan kwanitatif dengan menggunakan referensi mengenai tingkat ketahanan hidup berbagai spesies dapat diidentifikasi masalah pencemaran. Pengukuran kwantitatif memberikan informasi *standing crop*, komposisi taksonomi dan *indeks diversity*.

H. Sistem Distribusi Air Minum

Pengukuran sampel air untuk berbagai macam parameter fisik, kimia dan bakteriologi adalah berdasarkan pada Surat Keputusan Menteri Kesehatan Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.

Beberapa parameter yang langsung memberi gambaran adanya pencemaran ialah : “apabila dalam 100 ml sampel air terdapat satu atau lebih *fecal coli*, atau dalam 100 ml sampel air terdapat lebih dari 10 *total coli*, dan konsentrasi total nitrat tidak lebih dari 10 mg/l, maka jelas air telah memperoleh pencemaran bahan buangan yang mungkin dari rumah tangga atau industri”. Hal ini tentu saja parameter lain akan memberi informasi yang lebih lengkap mengenai pencemaran air.

I. Air Sungai

Perlu diketahui, bahwa pengukuran kualitas atau pencemaran air sungai menggunakan komposisi parameter fisik, kimia dan bakteriologis, yang dinyatakan dalam bentuk Indeks Kualitas Air (IKA) atau *water quality index*. Indeks Kualitas Air (IKA) diperoleh dengan mengambil akar dari perkalian kesembilan parameter. Kesembilan parameter tersebut adalah:

1. Temperatur, dengan satuan derajat Celcius

2. Dissolved Oksigen, dengan satuan %
3. Fecal coliform, jumlah
4. Total PO_4 -P
5. Total NO_4 -N
6. BOD₃, dengan satuan mg/l
7. Total solids, dengan satuan mg/l
8. pH
9. Turbidity, dengan satuan NTU.

IKA merupakan alat untuk membandingkan kualitas air secara umum, dan dapat di pakai oleh berbagai pihak termasuk masyarakat dan para pengambil keputusan.

J. Air Danau

Kualitas perairan yang tidak mengalir seperti halnya dengan air danau dan reservoir berbeda dengan air sungai. Oleh karena itu, pengukuran kualitas airpun berbeda. IKA sungai pada dasarnya dapat digunakan dengan modifikasi beberapa parameter yang diikutsertakan dalam perhitungan. Parameter dan perhitungan kualitas air danau menjadi 9 parameter, yaitu:

1. Temperature, dengan satuan °C
2. Dissolved Oxygen, dengan satuan %
3. Chlorophyl, dengan satuan mg/m
4. Secchi disk, dengan satuan meter
5. NO_3 -N, dengan satuan ug/l
6. Total alkalinity, dengan satuan mg/l
7. pH
8. Conductivity, dengan satuan umhos/cm³
9. Total $-PO_4$ -P, dengan satuan ug/l

K. Air limbah

Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber antara lain dari : rumah tangga, kota, industri, pertanian dan sebagainya. dan air limbah dapat menyebabkan kematian organisme air.

Pengukuran dampak air limbah pada sistem perairan dapat di peroleh dengan berbagai macam cara antara lain :dengan menggunakan *toxicity bioassay*. *Bioassay* ini dilakukan untuk memperkirakan dampak air limbah pada organisme air .cara pengukuran parameter secara individu maupun bersama yang telah dibahas memberi informasi pendahuluan mengenai masalah pencemaran air dan kualitas air. Penelitian yang mungkin dilakukan antara lain untuk mempelajari adanya logam berat seperti mercury (Hg), timah hitam (Pb), dan arsenic (As). Keperluan tertentu, misalnya untuk air minum, pertanian, perikanan dan lain-lain.

-ooOoo-

BAB V

SARANA PENYEDIAAN AIR BERSIH

Dalam memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari diperlukan sarana air bersih yang sesuai dengan keadaan, kebutuhan dan peruntukannya. Berikut ini disajikan berbagai sarana air bersih yang lazim dipergunakan masyarakat di Indonesia berdasarkan dari sumber, yaitu :

A. Sumur Gali

Sumur gali merupakan sarana penyediaan air bersih tradisional yang banyak dijumpai di masyarakat, pada umumnya sumur gali menampung air dangkal atau kurang dari 7 meter.

B. Sumur Pompa

Sumur pompa merupakan sarana penyediaan air bersih yang mempergunakan pompa baik pompa tangan (mandul) maupun pompa listrik untuk menaikkan air dari lubang sumur.

C. Sumur Pompa Tangan (SPT)

Berdasarkan kedalaman muka air yang diisapnya terdapat 3 jenis sumur pompa tangan yaitu :

1. Sumur Pompa Tangan Dangkal (SPTDK)
Sumur Pompa Tangan Dangkal (SPTDK) merupakan sumur yang dilengkapi dengan pompa tangan yang bisa

mengisap air secara teoritis dengan tekanan 1 atmosfer, tetapi dalam praktek (setelah dikurangi daya gesek dan lainnya) dapat menaikkan air dari kedalaman 7 meter atau kurang, pompa tangan dapat dipasang pada sumur gali, atau membuat lubang atau sumuran dengan jalan pemboran maupun penyidukan.

2. Sumur Pompa Tangan Sedang (SPTS)

Sumur Pompa Tangan Sedang (SPTS) merupakan sumur yang dilengkapi dengan pompa tangan yang bisa mengisap air dengan kedalaman lebih 7 meter sampai 20 meter. Hal ini sudah didesain sesuai dengan peruntukan kedalaman tersebut. Pompa tangan ini bisa dipasang pada sumur gali dengan kedalaman 7 meter atau lebih sesuai dengan keadaan kedalaman sumur, namun biasanya membuat lubang atau sumuran dengan jalan pemboran atau penyidukan.

3. Sumur Pompa Tangan Dalam (SPT.DL)

Sumur Pompa Tangan Dangkal (SPT.DL) merupakan lubang atau sumuran yang dilengkapi dengan pompa tangan yang bisa mengisap air dengan kedalaman 20 meter sampai dengan 30 meter. Lubang atau sumuran yang dibuat biasanya menggunakan cara pemboran.

4. **Sumur Pompa Listrik (SPL)**

Pada prinsipnya cara pembuatan dan cara kerja SPL sama dengan SPT bedanya kalau SPL menggunakan tangan listrik sedang SPT menggunakan tenaga manusia. Jenis-jenis SPL seperti SPL untuk sumur dangkal yaitu 9 meter atau kurang "Jet Pump" untuk kedalaman sampai 30 meter, dan pompa selang (Submersible Pump) untuk kedalaman sampai 30 meter.

5. Penampungan Air Hujan (PAH)

Penampungan Air Hujan (PAH) merupakan sarana penampung air hujan sebagai persediaan kebutuhan akan

air bersih pada musim kemarau. selama musim hujan, kebutuhan air bersih sehari hari diharapkan mempergunakan alat penampung air hujan yang lain. konstruksi PAH air bisa terbuat dari beton, pasangan bata dan plesteran, ferrocement, fiberglass, dan sebagainya.

6. Perlindungan Mata Air (PMA)

PMA merupakan suatu bangunan untuk menampung air dan melindungi air dari pencemaran. Bentuk dan volume PMA disesuaikan dengan tata letak, situasi sumber, kedekatan dengan air, dan kapasitas air yang dibutuhkan.

7. Perpipaan

Perpipaan merupakan sistim penyediaan air bersih dengan mempergunakan jaringan pipa. Terdapat dua tenaga dalam mengalirkan air yaitu :

- Gravitasi atau dengan gaya berat sendiri
- Pemompaan.

Prioritas yang dipergunakan adalah tenaga gravitasi dan ini banyak ditemukan dipedesaan. Kualitas air yang dialirkan ditinjau dari segi pengolahan terdapat dua jenis :

- Tanpa pengolahan
- dengan pengolahan.

Cara-cara pengolahan air akan dijelaskan pada bagian tersendiri. Ditinjau dari asal air yang dialirkan terdapat berbagai sumber :

- Mata air
- Air tanah melalui pemboran atau dikenal sebagai air artesis
- Air permukaan disini diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu.

Jenis-jenis pipa yang umum dipergunakan ada berbagai macam antara lain :

- Pipa besi (*Galvanized iron*)
- Pipa plastik (*Polyvinyl chloride*)

- c. Pipa asbes semen (*Asbestos cement*)
- d. Pipa besi tuang (*Last iron*)
- e. Ductile pipa.

8. Sarana Air Bersih dengan Perpipaan

Pada sistim perpipaan untuk menyediakan air bersih bagi masyarakat perlu dibangun sesuai dengan keadaan sistim kebutuhan air, dekat air, dan fluktuasi penggunaan air. Berikut ini diberikan beberapa contoh fluktuasi pelengkap sistim perpipaan.

a. Sambungan rumah (*house coneciont*)

Sambungan rumah ini berasal dari distribusi yang dialirkan melalui pipa langsung kedalam rumah. Dirumah sendiri masih dibagi bagi dan bisa langsung dialirkan pada tempat tempat tertentu seperti kamar mandi, dapur, taman, dan sebagainya.

b. Kran umum (*Public tab*)

Kran umum merupakan sarana penyediaan air bersih yang diperuntukkan bagi suatu kelompok masyarakat yang dilengkapi dengan kran yang berjumlah satu atau lebih. Kran umum ini dibuat untuk dipergunakan sepanjang waktu 24 jam dan air akan mengalir melalui kran.

9. Hidran Umum (*Public Hydran*)

Penggunaan hidran umum pada prinsipnya sama dengan kran umum tetapi hidran umum ini iar yang dialirkan melalui bak penampung dulu yang bisa diambil melalui kran kran yang tersedia. Bak penampung dimaksudkan untuk lebih menjamin ketersediaan air karena adanya keterbatasan debit air dan pluctuasi penggunaan air oleh masyarakat. Bila tekanan airnya cukup atau tinggi, air dialirkan kedalam bak penampung dengan tinggi tertentu dimana airnya bisa diambil melalui kran kran yang tersedia. Bila tekanan airnya rendah air dialirkan kebak

penampungan pertama kemudian dipompa untuk dialirkan ke bak penampung kedua yang dilengkapi dengan kran tempat pengambilan air. Tetapi bak penampung kedua tidak mutlak diperlukan kerana air langsung bisa diambil melalui pompa.

-ooOoo-

BAB VI

KEGUNAAN DAN

KEBUTUHAN AIR BERSIH

A. Kegunaan Air

Dalam kehidupan manusia air dipakai untuk segala kegiatannya. Beberapa macam ragam pemakaian dapat disebut disini seperti :

1. Pemakaian domestik
2. Mandi, cuci
3. Makan, minum
4. Berkumur-kumur
5. Pemakaian industry
6. Pengangkutan
7. Sumber tenaga mekanik/hydroelektrik
8. Peternakan/pertanian/irigasi
9. Reaksi
10. Penguraian kotoran
11. Penelitian, ilmu pengetahuan
12. Spiritual, kebudayaan.

Berbagai macam pemakaian air di atas nampak beberapa sifat pemakaian air sebagai berikut :

1. Cuma-Cuma, dibandingkan dengan pemakaian yang bersaing
2. Konsumtif dibandingkan dengan pemakaian yang berguna.

Air yang dipakai untuk membangkit tenaga listrik adalah air yang dipakai secara cuma-cuma karena air ini dapat dipakai untuk keperluan lain seperti pelayaran, rekreasi, dan sebagainya. Sebaiknya air yang telah dipakai untuk pertanian merupakan pemakaian yang bersaing karena air yang sama tidak dapat lagi dipakai sebagai air minum. Air juga dapat dipakai sebagai konsumtif, artinya air tersebut dipakai dan tidak segera dikembalikan kepada asalnya. Air yang sama akan tidak dapat dipakai untuk keperluan lain untuk jangka waktu tertentu. Pemakaian dapat bersifat berguna seperti misalnya untuk produksi makanan dalam kaleng. Bisa pula pemakaiannya tidak bermanfaat apa-apa secara langsung misalnya pemakaian air untuk tanaman-tanaman untuk penguapan pori-pori daun. Tidak akan diuraikan lebih lanjut tentang pemakaian air yang lainnya. Gambaran diatas cukup dapat memberikan pengertian betapa pentingnya peranan air dalam kehidupan manusia ini adalah menyangkut kesehatan manusia.

B. Kebutuhan Air

Untuk kebutuhan air sehari-hari seperti untuk masak, minum, mandi, cuci dan mungkin juga menyiram tanaman, dan ternak, maka diperlukan sejumlah air untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Untuk Negara berkembang kebutuhan air perorang perhari untuk daerah pedesaan minimal 60 liter perorang perhari dengan perincian :

1. Mandi
2. Mencuci
3. minum dan masak.

Sedangkan untuk kebutuhan daerah perkotaan diperlukan air sebanyak 100 – 200 liter per orang perhari. Untuk hotel dan rumah sakit dibutuhkan air antara 250 – 750 liter per bed perhari. Kebutuhan air untuk industri, sangat tergantung pada jenis dan jumlah produksi industri tersebut. Pertimbangan-pertimbangan

penting untuk kebutuhan air antara lain :

1. Lokasi
2. Sosial ekonomi
3. Jenis kegiatan.

C. Syarat Kesehatan Kualitas Air Bersih

Untuk keperluan manusia sehari-hari, harus memenuhi syarat-syarat yang ditentukan berdasarkan kepentingan kesehatan manusia. Hal yang pokok agar supaya air yang diminum atau dipakai manusia tidak membahayakan manusia. Air minum juga bukan merupakan bahan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi manusia, karena itu tidaklah pada tempatnya untuk membubuhi mineral-mineral tertentu kedalam air minum dengan pertimbangan bahwa mineral tersebut dibutuhkan oleh manusia. Sebaiknya, tidak berarti bahwa air minum harus terbebas dari segala macam mineral. Air minum yang “kekurangan” mineral akan terasa hambar bila diminum. Organisasi kesehatan sedunia (*World Health Organization*) telah memberi petunjuk bagi standard mutu air minum. Bagi negara-negara yang belum mempunyai standard mutu air minum, dianjurkan memakai standard tersebut. Standard mutu air minum meliputi standard-standard :

1. Fisik
2. Biologik
3. Kimiawi
4. Radioaktif

Untuk negara maju seperti Eropa dan Amerika, standard mutu air minum ini lebih menekankan kepada standard kimiawi. bagi negara-negara lain dimana penyakit penularan masih banyak, standard yang dipentingkan adalah standar biologik.

Untuk Indoneia, sudah ditetapkan standar mutu air minum

oleh Departemen Kesehatan RI (dilihat lampiran: Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MenKes/Per/IX/1990).

1. Standard fisik meliputi : suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan air.
2. Standard biologic meliputi : bakteri golongan koli dan koli tinja.
3. Standard kimiawi, meliputi derajat keasaman (pH, jumlah zat padat (*Total Dissolved Solids*) dan bahan kimia lainnya.
4. *Standard* radioaktif, meliputi benda-benda radioaktif yang mungkin terkandung dalam air.

Untuk lebih lengkap dilihat Peraturan Pemerintah Menteri Kesehatan No. 416/1990 berikut lampirannya yang memuat syarat kesehatan dari air bersh, air minum, air kolam renang dan air pemandian umum.

D. Penggunaan Air

Air sangat penting bagi semua makhluk hidup di muka bumi. Karena ada air, maka terdapat kehidupan. Semua sel dan jaringan tubuh makhluk hidup berisi air.

1. Kebutuhan Air di Indonesia

Semakin banyak jumlah penduduk, semakin meningkat pula kebutuhan air. Hal itu berarti persediaan air juga semakin terbatas. Di satu sisi ada masyarakat yang kesulitan memperoleh air bersih untuk kehidupan sehari-hari, sementara di sisi lain terdapat penggunaan air secara berlebihan tanpa memperhatikan kebutuhan generasi yang akan datang.

Di setiap negara kebutuhan air untuk kegiatan sehari-hari berbeda. Di Indonesia, rata-rata kebutuhan air sebanyak 1.970 liter per orang/hari meliputi :

1. Rumah tangga (memasak, mencuci dll): 160 liter 8.1%

2. Pertanian :	1.800 liter	91.4%
3. Industri:	10 liter	0.5%
Jumlah	1.970 liter	100%

Dari data diatas dapat diketahui bahwa sektor pertanian paling banyak memerlukan air.

2. Permasalahan Menurunnya Permukaan Air Tanah

Pemukiman, pertanian dan industri yang terus berkembang memerlukan air semakin banyak. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut, dilakukan pengeboran air tanah atau pembuatan sumur-sumur bor. Air tanah disedot secara besar-besaran, sehingga terjadi ketidak seimbangan antara pengambilan/pemanfaatan dengan pembentukan air tanah.

Ketidak seimbangan ini dapat menyebabkan menurunnya permukaan air tanah. Penurunan permukaan air tanah, selain disebabkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan juga disebabkan oleh kurangnya daerah resapan air hujan karena tertutup bangunan, jalan aspal, dll.

Di daerah pesisir,penuruan permukaan air tanah akan mengakibatkan perembesan air laut ke daratan (intrusi), karena tekanan air tanah menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan air laut.

3. Permasalahan Kebutuhan Air di Kota-kota Besar Indonesia

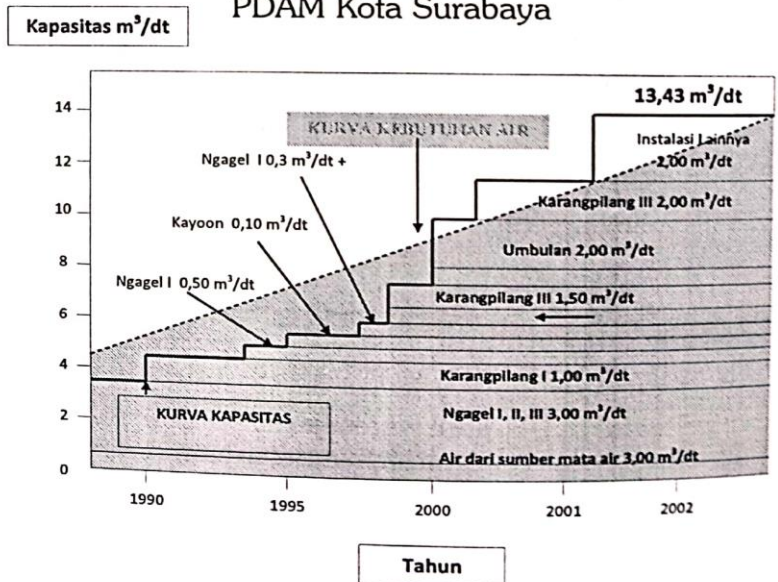
Menyadari dampak negatif yang akan ditimbulkan dari pemenuhan kebutuhan air melalui pengambilan air bawah tanah secara berlebihan, misalnya meluasnya intrusi air laut ke daratan dan kerusakan lingkungan lainnya, telah dikeluarkan Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor : 02.P/101/M.PE/1994 tentang Pengurusan Administrasi Air Bawah Tanah. Air bawah tanah yang dimaksud dalam peraturan ini adalah semua air yang terdapat dalam lapisan mengandung air dipermukaan tanah, termasuk

mata air yang muncul secara alamiah diatas permukaan tanah. Dalam peraturan ini disebutkan bahwa pengambilan air bawah tanah hanya dapat dilakukan setelah memperoleh izin dan setiap pengambilan air bawah tanah dikenakan pungutan. Izin pengeboran dan pengambilan air bawah tanah untuk usaha tersebut izin diberikan oleh gubernur Kepala Daerah Tingkat 1 setelah mendapat saran teknik dari Direktur Jenderal Geologi dan Sumberdaya mineral. Selanjutnya keputusan di atas dijabarkan dalam Keputusan Direktur Jenderal Geologi dan sumberdaya Mineral Nomor: 005.K/10/DDjg/1995 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pengurusan Administrasi Air Bawah Tanah.

Pada dasarnya yang perlu dilakukan oleh masyarakat kota adalaah :

1. Menggunakan air secara bijaksana, yaitu : hemat air, misalnya menutup keran bila air tidak sedang dipakai, memperbaiki bocoran.
2. Tindakan menutup permukaan tanah dengan lapisan yang dapat menghambat peresapan air.

Gambar (17). Kebutuhan Air dan Kapasitas Produksi PDAM Kota Surabaya



Tahun Sumber	Kapasitas air [m ³ /dt]								
	1987	1990	1994	1995	1998	1999	2000	2003	2008
Sumber mata air Ngangel I, II, III	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Σ 3.33								
Karangpilang I		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Σ 4.33							
Ngangel I			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
			Σ 4.83						
Kayoon				0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
				Σ 4.93					
Ngangel I Karangpilang I					0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
					0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
					Σ5.4 3				
Ngangel III Karangpilang II						0.50	0.50	0.50	0.50
						1.50	1.50	1.50	1.50
						Σ7.4 3			
Umbulan							2.00	2.00	2.00
							Σ 9.43		
Karangpilang III								2.00	2.00
								Σ11.4 3	
Instalasi lainnya									2.00
									Σ 13.43

Sumber : PDAM Kota Surabaya

-ooOoo-

BAB VII

PENGOLAHAN AIR

Agar memenuhi syarat syarat untuk air minum, air baku yang berasal dari alam harus diolah dulu. cara pengolahannya tergantung dari jenis air baku yang dipakai. seperti disebutkan diatas air permukaan dapat diandalkan kontinuitasnya dan banyaknya. karena itu air permukaan banyak dipakai untuk bahan baku air minum.

Pengolahan air permukaan (sungai, danau dan sebagainya) pada garis besarnya melalui proses proses sebagai berikut :

- a. Pembuangan benda benda yang terapung, melayang dan mengendap.
- b. Pengendapan lumpur : Tanpa bantuan koagulan dan dengan bantuan koagulan.
- c. Penyaringan : dengan saringan pasir cepat dan dengan saringan pasir lambat.
- d. Desinfeksi : Chlorinasi, merebus air.
- e. Penyimpanan
- f. Distribusi.

A. Pembuangan benda benda terapung, melayang dan mengendap

Air permukaan yang dipakai (sungai danau dan sebagainya) sering mengandung benda benda terapung (tinja, kayu kayuan, bangkai binatang dan sebagainya) ; melayang (kertas, daun

daunan dan sebagainya), dan mengendap (batu batuan, pasir dan sebagainya). Benda benda ini perlu disingkirkan terlebih dahulu agar tidak mengganggu proses penjernihan air selanjutnya. untuk maksud ini dapat dipakai saringan ruji.

Saringan ruji merupakan batang besi yang tersusun seperti ruji jendela. air dialirkan melalui ruji besi ini. pada saringan ini benda benda yang tertahan pada ruji ruji diangkat dan dibuang dengan penggaruk besi serupa cakar. air yang masih keruh dialirkan kedalam bak pengendapan Lumpur.

B. Pengendapan Lumpur

Didalam bak pengendapan lumpur air dialirkan perlahan lahan. untuk tujuan ini maka bak dibuat lebar lebar adan cukup dalam sehingga Lumpur sempat mengendap dan air menjadi agak jerni. bila mana diduga air mengandung kuman terlalu banyak (misalnya pada musim kemarau) sering dilakukan desinfeksi pada tahap ini. tindakan ini dikenal sebagai chlorinasi awal (*pre - Chlorination*).

Untuk mengendapkan Lumpur seringkali cara mengalirkan air perlahan kurang efektif, terutama bila terdapat banyak koloid yang melayang layang dalam air. disamping koloid, tanah liat dan beberapa macam zat warna menjadikan air keruh. Dalam keadaan ini dipakai koagulan untuk membantu pengendapan. koagulan yang sering dipakai adalah tawas atau aluminium sulfat $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ Proses koagulasi ini mempunyai tahap-tahap sebagai berikut :

1. Netralisasi Pertama

Ion-ion positif aluminium yang dibubuhkan kedalam air akan menetralkan muatan negatif yang terdapat dalam koloid tanah liat halus atau zat warna. Supaya terjadi kontak yang benar-benar antara koagulan dan zat-zat pengaruh maka diperlukan pengadukan air dengan baik. Setelah netral maka

terbentuklah gumpalan-gumpalan halus yang masih sukar mengendap. Karena tawas menimbulkan suasana asam maka gumpalan-gumpalan halus atau disebut *floc* masih bermuatan positif.

2. Netralisasi Kedua

Gumpalan-gumpalan (*Floc*) ini masih menetralkan koloid-koloid yang bermuatan negative, sambil membentuk *floc-floc* yang besar. Supaya gumpalan dapat saling melekat sesamanya perlu diaduk pelan-pelan saja agar gumpalan tidak pecah lagi.

3. Adsorpsi Permukaan

Diantara gumpalan-gumpalan (*floc*) ini terjadi daya lekat (adsorpsi) antara sesamanya sehingga terjadi gumpalan yang lebih besar yang sanggup mengendap. Ketika saling mengendap melekat banyak zat-zat lain termasuk kuman-kuman ikut digumpalkan. Bila dilakukan desinfeksi pada tahap ini, kuman tidak dapat dicapai oleh desinfektan yang dibutuhkan. Setelah proses koagulasi, air dibiarkan dahulu beberapa saat atau dialihkan pelan-pelan untuk memberi kesempatan *floc-floc* mengendap. Air yang agak jernih masih perlu disaring karena masih terdapat *floc-floc* halus, Lumpur dan sebagainya yang melayang-layang.

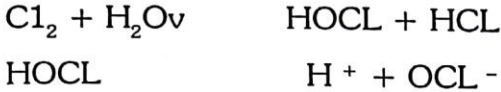
C. Penyaringan

Air selanjutnya disaring dengan memakai saringan pasir cepat. Dalam saringan ini benda-benda yang melayang-layang ditahan secara mekanik oleh pori-pori pasir. Air yang diasring akan mengalir dengan sendirinya kebawah melalui pori-pori diantara butir-butir pasir karena gaya gravitasi. Pada beberapa tempat pengolahan air minum, dipakai juga semacam pompa yang mempercepat aliran air melalui pasir. Saringan pasir cepat dilengkapi juga dengan sistim yang memungkinkan mencuci pasir yang sudah kotor. Sistim ini dikenal sebagai "backwash system".

D. Desinfeksi : dengan chlorinasi.

Pembubuhan air dengan chlor merupakan usaha desinfeksi air yaitu dengan tujuan agar air bebas dari kuman-kuman pathogen. Dengan chlorinasi tidak dimaksudkan untuk memperoleh air yang steril (cuci hama).

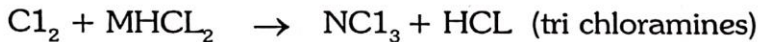
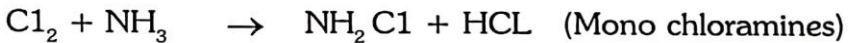
Didalam air, chlor akan bereaksi :



Setelah dibubuhkan chlor maka didalam akan terdapat 3 bentuk chlor yang berguna untuk desinfeksi, yaitu :

- Asam Hypochloride - HOCl
- Ion Hypochloride - OCl^-
- Molecul Chlor - Cl_2 .

Ketiganya dikenal sebagai chlor bebas yang ada (*Free available chlorine*). Karena sifatnya yang sangat aktif, didalam air chlor bebas akan berkaitan dengan zat-zat organik atau anorganik sambil mengoksidasikan. Bila bersenyawa dengan Ammonia atau *Amine organic* lainnya, maka dibentuk chloramines-chloramine.



Chloramine-chloramine ini masih mempunyai daya desinfeksi juga. chloramines-chloramine ini disebut sebagai chlor terikat yang ada (*Combined - available chlorine*).

E. Penyimpanan

Setelah disaring air disimpan dalam reservoir yang besar.

Untuk mencegah adanya kuman pathogen yang masih hidup dalam air maka air akan didesinfeksi sebelum didistribusikan ke penduduk.

F. Distribusi

1. Sarana Perpipaian

Air yang sudah jernih dan aman akan dialirkan melalui pipa-pipa kerumah penduduk. Dalam distribusi ini perlu diperhatikan adanya waktu-waktu dalam sehari dimana pemakaian air memuncak dan menurun. Cuaca yang panas atau dingin akan mempengaruhi fluktuasi pemakaian air.

Selama seminggu juga terdapat perbedaan jumlah pemakaian dari hari ke hari. Yang penting dalam distribusi ini adalah memenuhi kebutuhan yang memuncak pada waktu-waktu tertentu. Di Indonesia perlu diperhatikan kondisi pipa ledeng yang tua karena sering terdapat kebocoran-kebocoran pipa yang akan mengganggu mutu air yang sudah diolah.

2. Sarana bukan Perpipaian

Untuk sarana penyediaan air bersih yang bukan perpipaan maka air bersih sampai pada pemakai air dapat dengan cara-cara berikut :

- a. Dengan tempat atau wadah air seperti ember/periuk air diangkut ke pemakai air
- b. Dengan selang air dialirkan dari sumber air ke pemakai air
- c. Dengan pipa/saluran air tradisional (pipa bambu)
- d. Dengan gerobak dorong.

Cara pengangkutan air ini dapat memberikan peluang untuk terjadinya kontaminasi air, terutama obakteri sehingga menurunkan mutu air yang sampai pada pemakai air.

3. Penampungan Air di Pemakai Air

Air dari sumber air, sebelum dipakai untuk kebutuhan sehari-hari perlu ditampung dalam suatu tempat air. Beberapa jenis tempat penampung air pada pemakai air antara lain : bak air, tendon, gentong air (tempayan), drum, ember dan lain-lain.

Tempat penampung air ini hendaknya tertutup, untuk mencegah kemungkinan kontaminasi. Tempat penampungan air ini perlu juga dipelihara dan dibersihkan sewaktu-waktu untuk menjamin kualitas air dalam bak penampungan tersebut.

-ooOoo-

BAB VIII

NETRALISASI pH DAN PELUNAKAN AIR SADAH

A. NETRALISASI

1. Pengertian dan latar belakang

Netralisasi pH adalah suatu upaya agar pH air itu menjadi normal. Setelah pH mendekati normal barulah proses pengolahan dapat dilakukan secara efektif. Untuk dapat lebih jelas dapat dilihat dalam gambar sebagai berikut:

Dalam praktek nilai pH air adalah sebagai berikut:

0	7	14
Asam	Netral/normal	Basa

Di dalam nilai pH air adalah sebagai berikut :

4	7	9
Asam	Netral/normal	Basa

Kegunaan : Pengaturan pH dalam instalasi air minum bertujuan untuk mengendalikan korosi perpipaan dalam sistem distribusi. Korosif membentuk racun bila pH < 6,5 atau > 9,5.

2. Proses

- pH air secara alami berkisar antara 4 – 9 secara teoritis pH dari 0 – 14 dimana pH = 0 disebut sangat asam dan pH = 14 disebut sangat basa, sedangkan pH = 7 menunjukkan neutral pada suhu 25 °C

- b. Ketidaknormalan pH air dapat disebabkan oleh pemasukkan asam/basa
 - c. pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar 9,2 dapat menyebabkan senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan. Pengendapan semua logam akan terjadi pada pH e'' 8,3 Fe pada pH 8-9, sedangkan Mn pada pH 11
 - d. Pada pH 7 – 8,5, klorine akan bereaksi efektif (80%), sedangkan pada pH < 6 dan $> 8,5$ hanya bereaksi $< 40\%$
 - e. Penggunaan Alum sebagai koagulasi efektif pada pH e'' 6.
3. Perhitungan/Data aplikasi
- a. Dalam praktek pH = 0 sangat asam untuk menjadi netral (pH = 7) maka air tersebut perlu diberi basa (misalnya kapur dengan perhitungan empiris).
 - b. Dalam praktek pH = 4 sangat asam, untuk menjadi netral (pH = 7) maka air tersebut perlu diberi basa.
 - c. pH = 4 menunjukkan asam, untuk menjadi netral (pH = 7) perlu penambahan basa (misalnya, kapur, menurut perhitungan empiris).
 - d. pH = 9 menunjukkan cukup basa, agar menjadi netral (pH = 7) perlu penambahan asam dengan perhitungan empiris.
 - e. CaO (kapur tohor) atau CaCO_3 atau batu gamping dapat meningkatkan pH. CaO harganya lebih mahal dari CaCO_3 .
 - f. Menurunkan pH dilakukan dengan penambahan tawas.

B. PELUNAKAN AIR SADAH

1. Pengertian dan latar belakang
Pelunakan air sadah adalah pengurangan ion-ion penyebab utama kesadahan yaitu kalsium dan magnesium sehingga

tidak mengganggu lagi, seperti terbentuknya kerak dan cara pemakaian sabun yang tinggi. Di samping ion calcium dan magnesium, ion-ion stronium, besi, barium dan mangan juga berperan sebagai penyebab kesadahan.

Kesadahan berdasarkan kadar CaCO_3 , dibedakan menjadi 5 tingkatan yaitu: sangat lunak, lunak, agak sadah, sadah, dan sangat sadah. (Lihat tabel). Air lunak mempunyai kecenderungan menyebabkan korosi pada pipadan akibatnya beberapa logam tertentu seperti tembaga, seng, korosi dan pelarutan dipengaruhi oleh faktor pH, alkalinitas dan kadar oksigen terlarut. Sedangkan air sadah mengakibatkan terbentuknya kerak pada dinding pipa akan menyebabkan penyempitan penampang pipa, terbentuknya kerak pada dinding peralatan memasak sehingga pemakaian bahan bakar yang lebih banyak dan menyebabkan pemakaian sabun yang tinggi.

Tabel : Hubungan Antara Tingkat Kesadahan Dengan Kadar CaCO_3

No.	Tingkat kesadahan	WHO, 1984 ppm CaCO_3	E. Merck, 1974		EPA, 1974 ppm CaCO_3
			oD	ppm CaCO_3	
1.	Sangat lunak	-	0 - 4	0 - 71	-
2.	Lunak	0 - 60	4 - 8	71 - 142	0 - 75
3.	Agak sadah	60 - 120	8 - 18	142 - 320	75 - 75
4.	Sadah	120 - 180	18 - 30	320 - 534	150 - 300
5.		> 180	> 30	> 534	> 300

Kesadahan pada prinsipnya dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

Kesadahan sementara (kesadahan tidak tetap = kesadahan temporer), adalah kesadahan yang disebabkan oleh ion Ca dan Mg yang berikatan dengan ion karbonat dan bikarbonat, contohnya $\text{Ca}(\text{CHO}_3)_2$, MgCO_3 . Ciri khas kesadahan jenis ini adalah dapat dihilangkan atau dikurangi dengan cara direbus, dan di dalam cerek dan thermos

akan terentuk kerak. Kesadahan tetap (Kesadahan permanen), adalah kesadahan yang disebabkan oleh ion Ca dan Mg yang berkaitan dengan ion Cl^- , SO_4^- dan NO_3^- , contohnya CaCl_2 , MgSO_4). Sifat kesadahan jenis ini tidak dapat dihilangkan dengan cara direbus. Air yang bersifat sadah tetap, terdapat di daerah pantai, antara lain Pekalongan, bantul bagian Selatan, maupun daerah yang mempunyai kandungan garam tinggi, seperti di sepanjang Bengawan Solo.

2. Kegunaan/Kemampuan

Kegunaan pelunakan air sadah yaitu untuk mencegah pemakaian sabun lebih banyak dan juga berfungsi mencegah terbentuknya kerak pada dinding pipa, yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat (CaCO_3).

3. Proses pelunakan

Secara teoritis pelunakan/pengurangan kesadahan air terdiri dari beberapa cara, antara lain:

- Proses pelunakan melalui pengendapan untuk mengurangi kesadahan dengan kapur (kesadahan sementara).
- Proses Resin, untuk mengurangi kesadahan tetap maupun sementara, dengan pertukaran ion (ion exchange).
- Proses pemanasab, untuk mengurangi kesadahan sementara. Cara ini tidak begitu saja dapat dimanfaatkan namun perlu memperhatikan beberapa pertimbangan. Sebelum penerapannya di lapangan perlu melauai tahap uji laboraterium agar hasilnya sesuai yang diharapkan.

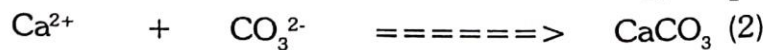
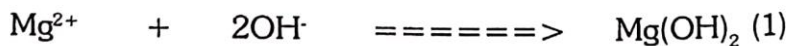
Perlu diketahui bahwa kapur mempunyai beberapa nama sesuai dengan rumus molekulnya, yaitu batu kapur untuk CaCO_3 , kapur tohor = CaO dan kapur padam/kapur sirih

= $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sedang soda abu = Na_2CO_3 dan soda api = NaOH .

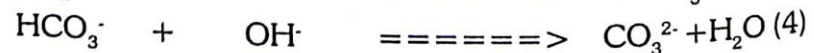
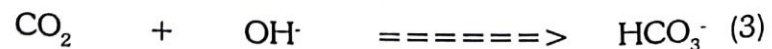
4. Proses Pelunakan Melalui Pengendapan

Sebagai kation kesadahan Ca^{2+} selalu berhubungan dengan anion yang terlarut khususnya anion alkaliniti: CO_3^{2-} , HCO_3^- dan OH^- , Ca^{2+} dapat bereaksi dengan HCO_3^- membentuk garam yang terlarut tanpa terjadi kejenuhan. Sebaliknya dengan CO_3^{2-} akan membentuk garam karbonat yang larut sampai batas kejenuhan dimana titik jenuh berubah dengan nilai pH. Bila titik jenuh dilampaui, terjadilah endapan garam kalsiumkarbonat (CaCO_3) dan membuat kerak yang terlihat pada dinding dasar ketel. Namun pada proses pelunakan ini keadaan harus dibuat sehingga sedikit jenuh, karena dalam keadaan tidak jenuh terjadi reaksi yang mengakibatkan karat terhadap pipa. Kerak yang tipis akibat keadaan sedikit jenuh itu justru melindungi dinding dari kontak dengan air yang tidak jenuh (agresif). Ion Mg^{2+} akan bereaksi dengan OH^- membentuk garam yang terlarut sampai batas kejenuhan dan mengendap sebagai $\text{Mg}(\text{OH})_2$ bila titik kejenuhan terlampaui.

Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} diendapkan sebagai CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ menurut reaksi keseimbangan kimiawi sebagai berikut:



CO_3^{2-} berasal dari karbondioksida CO_2 dan bikarbonat HCO_3^- yang sudah terlarut dalam air sesuai dengan reaksi berikut:



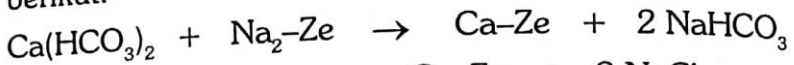
Didalam praktek reaksi (1) dan (2) agak lambat. Untuk mempercepat reaksi maka dosis pelunak harus sedikit lebih banyak dari jumlah yang diperhitungkan secara teoritis. Bagaimana memilih sesuatu bahan kimia yang dapat menurunkan kesadahan air yaitu menurunkan konsentrasi ion Ca^{2+} sekaligus Mg^{2+} . Hanya ion OH^- (hidroksi) yang berhasil karena tambahan OH^- memindahkan keseimbangan reaksi (1) ke kanan sehingga $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan (4) yang memindahkan keseimbangan reaksi (2) ke kanan sehingga CaCO_3 mengendap (prinsip le Chatelier). Sumber ion OH^- yang murah adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Kalsium hidroksida/air kapur). Biasanya CO_2 dan HCO_3^- yang terlarut dalam air cukup jumlahnya untuk membentuk CO_3^{2-} melalui reaksi (3) dan (4). Kalau kadar karbonat kurang maka CO_3^{2-} harus dibubuhkan melalui garam Na_2CO_3 (Natrium loarbonat/soda abu). CO_3^{2-} lebih mudah bergabung dengan Ca^{2+} sehingga Na^+ tertinggal dalam larutan. Proses pengendapan (pemisahan lumpur CaCO_3 dari air) dapat dipercepat dengan menggunakan tawas. Dengan demikian pelunakan dapat dilaksanakan bersamaan dengan proses flokulasi. Tawas mengasamkan larutan (pH turun) dan merubah perbandingan $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$; sehingga diperlukan tambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menetralkan larutan tersebut.

C. Proses pelunakan melalui pertukaran ion (Ion Exchange):

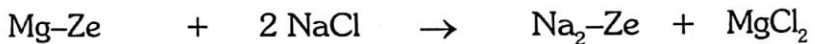
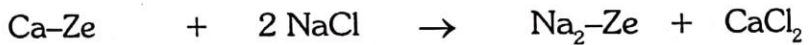
Proses ini dapat digunakan untuk pengolahan kesadahan tetap dan sementara dengan cara pemisahan ion-ion yang tidak dikehendaki yang terdapat di dalam air sadah. Bahan yang digunakan di dalam proses ini terdiri dari zeolit danatau resin sintetik yang dimasukkan ke dalam suatu kolom di mana air sadah dapat dilairkan melalui senyawa-senyawa tersebut.

Zeolit adalah silikat hidrat yang mengandung ion-ion natrium

dalam jumlah yang cukup banyak, berbentuk granular dan tidak larut dalam air. Air sadah yang dialirkan melalui kolom zeolit akan mengalami pertukaran ion-ion, yaitu Ca dan Mg dalam air dengan ion Na dalam zeolit dengan reaksi sebagai berikut:



Hal tersebut berlangsung terus sampai pada saat kolom zeolit menjadi jenuh, tidak mampu lagi melakukan pertukaran ion-ion. Agar zeolit tidak aktif lagi, zeolit perlu diregenerasi atau dengan dibasuh atau direndam dalam larutan garam dapur, sehingga terjadi pertukaran ion-ion natrium yang masuk ke dalam zeolit untuk mengganti kedudukan ion-ion Mg dan Ca. Garam dapur yang digunakan adalah garam dapur yang tidak beryodium. Reaksi generasi adalah sebagai berikut:



Air dengan derajat kesadahan sangat tinggi akan cepat melapisi dan memblokir zeolit akibatnya dapat mengurangi efisiensinya. Demikian juga besi dalam feri juga sering merugikan penggunaan zeolit.

Resin sintetik di samping dapat melunakkan air juga dapat menghilangkan berbagai asam dan hidrogen sulfida dalam air. Zeolit dengan rumus umum $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ atau disingkat $\text{Na}_2\text{-Ze}$ merupakan garam alumanium silikat dari Na, Klien, Ca dan Ba. Nama lain dari Neolit adalah :

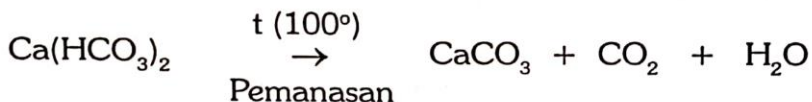
- Analcyne : $\text{Na Cl Si}_2 \text{ O}_6 \text{ H}_2\text{O}$
- Chabazite :
- Natralite : $\text{Na}_2 \text{ Al}_2 \text{ Si}_2 \text{ O}_{10} \text{ 2 H}_2\text{O}$

Proses pelunakan

Proses pelunakan kesadahan dengan zeolit berlangsung sangat cepat (10-20 menit) dan dengan efisiensi tinggi. Namun demikian proses ini mempunyai keterbatasan-keterbatasan seperti tidak dapat dilakukan bersamaan dengan proses lain, air baku tidak boleh keruh, instalasi dan operasi rumit mungkin pula harganya mahal.

1. Proses pelunakan melalui Pemanasan

Proses pemanasan hanya untuk menurunkan kesadahan yang sifatnya sementara, dan dapat diterapkan dalam skala rumah, seperti merebus air sampai mendidih dengan reaksi:



Semakin lama pemanasan setelah air mendidih, dan penyimpanan air yang mendidih dalam thermos, penurunan kesadahan akan semakin besar. Untuk membersihkan kerak/endapan dalam thermos dapat diatasi dengan pemberian/perendaman dengan larutan garam dapur (NaCl) jenuh.

D. SEDIMENTASI, KOAGULASI DAN FILTRASI

1. SEDIMENTASI

a. Pengertian dan latar belakang :

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam cairan/zat cair karena menggunakan pengaruh gravitasi (gaya berat secara alami). Proses pengendapan dengan cara gravitasi untuk mengendapkan partikel-partikel tersuspensi yang lebih berat daripada air, ini yang paling sering digunakan dalam pengolahan air. Sedimentasi dapat berlangsung sempurna pada danau yang airnya

diam atau suatu wadah air yang dibuat sedemikian rupa sehingga air didalamnya dalam keadaan diam. Pada dasarnya, proses tersebut tergantung pada pengaruh gaya gravitasi dari partikel suspensi air. Sedimentasi dapat berlangsung pada setiap badan air. Biaya pengolahan air dengan proses Sedimentasi relatif rendah karena tidak membutuhkan peralatan mekanik maupu penambahan bahan kimia. Namun demikian paling sedikit dibutuhkan waktu detensi 24 jam.

b. Kegunaan/kemampuan

Kegunaan sedimentasi untuk mereduksi bahan-bahan tersuspensi (kekeruhan) dari dalam air dan juga dapat berfungsi untuk mereduksi kandungan organisme (patogen) tertentu dalam air.

c. Proses sedimentasi

Proses sedimentasi adalah proses pengendapan di mana masing-masing partikel tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran, ataupun kerapatan selama proses pengendapan berlangsung. Partikel-partikel padat akan mengendap bila gaya gravitasi lebih besar daripada kekentalan dan gaya kelembanan (Energia) dalam cairan. Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

- 1) Sedimentasi alamiah (murni). Partikel-partikel padat tersuspensi mengendap karena gaya beratnya sendiri dan tanpa penambahan bahan kimia. Sedimentasi ini terjadi di danau, waduk dan sungai yang diam.
- 2) Sedimentasi non alamiah (adanya penambahan bahan kimia). Partikel-partikel padat tersuspensi akan mengendap setelah penambahan bahan karena penambahan partikel-partikel tersebut menjadi lebih besar, lebih berat dan lebih stabil sehingga grafitasinya bertambah besar. Proses

sedimentasi tergantung beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain diameter butiran, berat jenis butiran, berat jenis zat cair, kekentalan (viscositas) cairan dan kecepatan aliran.

E. KOAGULASI/FLOKULASI

1. Pengertian dan latar belakang

Koagulasi/flokulasi adalah proses pengumpulan partikel-partikel halus yang tidak dapat diendapkan dengan jalan menambahkan bahan koagulasi. Partikel-partikel tersebut kemudian dihilangkan melalui proses sedimentasi dan filtrasi. Adapun bahan koagulan yang sering digunakan antara lain tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Natrium Aluminat (Na AlO_2), Ferro Sulfat (FeSO_4), Feri Sulfat ($\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$), Ferro Chlorida (FeCl_2), Feri Chlorida (FeCl_3), Poly Aluminium Chlorida (Na AlCl_2). Di samping bahan-bahan yang disebutkan di atas, saat ini banyak terdapat di pasaran, yaitu "Coagulant Aid" (Koagulan tambahan) yang berfungsi untuk mendapatkan air yang lebih jernih, mempercepat proses pengendapan (membantu fungsi bahan koagulan dan mengurangi dosis koagulan). Secara tradisional untuk koagulasi air banyak dipakai seperti biji kelor (*Moringa oleifera*) karat besi, tanah gambut dan sebagainya. Biji kelor dipilih yang sudah tua dan kering pohon (kadar air $\pm 10\%$). Menurut penelitian/pengalaman Pusat Litbang Pemukiman Departemen Pekerjaan Umum bahwa 6 biji kelor kering yang sudah digerus cukup sebagai koagulan dan desinfektas 1 liter air. Biji kelor sebagai desinfektan juga karena mengandung senyawa myrosin, emulsin, asam gliserid, asam palmitat, asam stearat, asam olear, lemak, minyak dan senyawa yang bersifat bakteriosidic. Penggunaan karat besi jauh lebih mudah bila dibandingkan dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Penelitian Pusat Litbang Pemukiman,

Departemen Pekerjaan Umum menunjukkan bahwa koagulan karat besi ternyata biayanya hanya seperdua puluh empat kali tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Selain koagulan di atas baru beberapa tahun terakhir digunakan Poli Aluminium Chlorida nama dagangnya Penernih Air Cepat yang merupakan polimer dari Aluminium Chlorida, dikemas dalam bentuk sederhana dan siap pakai, merupakan suatu bahan koagulasi yang bermanfaat menurunkan kekeruhan. Tanah gambut pun (2-3 meter dari muka tanah) dapat dipakai sebagai koagulan 1-2 kg tanah gambut cukup untuk mengadakan proses koagulasi air sebanyak 200 liter

2. Kegunaan/kemampuan

Kegunaan koagulasi/flokulasi yaitu memudahkan partikel-partikel tersuspensi yang tidak dapat menengendap secara gravitasi dan sangat lembut (seperti koloidal) di dalam air menjadi partikel-partikel yang dapat mengendap karena lebih berat dan lebih besar melalui proses fisika-kimia dengan penambahan koagulan, sehingga dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi dan filtrasi. Termasuk partikel-partikel yang tidak dapat mengendap adalah bakteri.

3. Proses koagulasi/flokulasi

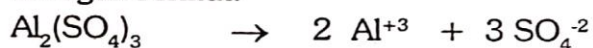
Penambahan koagulan akan mengakibatkan partikel-partikel tidak mengendap saling mendekat dan membentuk flok-flok mikro (yang ukurannya lebih besar daripada koloidal asalnya) yang ikatannya sangat lemah dan tidak nampak dengan mata biasa tetap dapat mengendap. Pengadukan pelan-pelan akan menyebabkan flok-flok mikro mengumpul dan membentuk flok yang lebih besar dan relatif lebih berat yang akhirnya dapat dengan mudah diendapkan atau disaring.

Pembentukan flok pada proses koagulasi dipengaruhi oleh

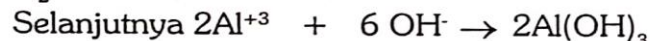
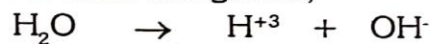
faktor fisika dan kimia seperti kondisi pengadukan, pH, alkalinitas, kekeruhan dan suhu air. Seperti alum apabila digunakan di luar kisaran pH optimumnya (5,8-7,4), maka flok yang terbentuk akan tidak sempurna dan akan larut kembali. Namun demikian dosis bahan koagulan yang ditambahkan harus ditentukan berdasarkan percobaan dengan Jar test.

a. Tawas

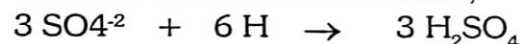
Tawas dengan rumus kimia $Al_2(SO_4)_3$ (Aluminium Sulfat) merupakan bahan koagulan; yang paling banyak digunakan karena bahan ini paling ekonomis (murah), mudah didapatkan di pasaran, serta mudah penyimpanannya. Selain itu bahan ini cukup efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



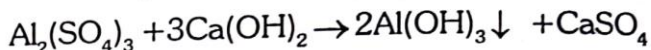
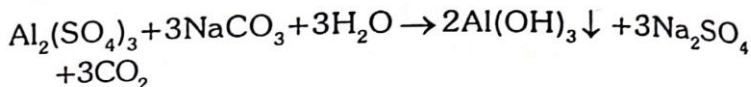
Air akan mengalami,



Selain itu akan dihasilkan asam,

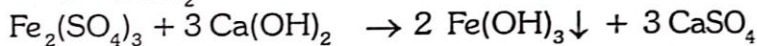
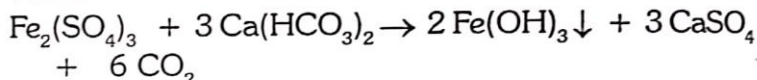


Dengan demikian makin banyak dosis tawas yang ditambahkan pH makin turun, karena dihasilkan asam sulfat sehingga perlu dicari dosis tawas optimum yang harus ditambahkan. Pemakaian tawas paling efektif antara pH 5,8 - 7,4. Apabila alkalinitas alami dari air tidak seimbang dengan dosis tawas perlu ditambah alkalinitas. Untuk pengaturan (menaikkan) pH biasanya ditambahkan larutan kapur $Ca(OH)_2$ atau soda abu (Na_2CO_3).



b. Fero Sulfat dan Fero Sulfat

Dengan rumus kimia $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ dan FeCl_3 bahan ini bersifat korosif, serta tidak tahan penyimpanan lama dan mempunyai sifat asam. Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ efektif terbentuk pada pH 5,5. Untuk pengaturan pH biasanya ditambahkan larutan kapur. Reaksi yang terjadi dengan bikarbonat, dalam air atau dengan kapur sebagai berikut:

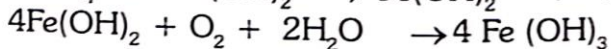
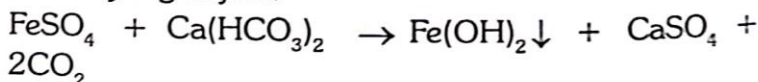


Garam feri ini biasanya dipakai untuk koagulasi air buangan industri, tetapi setelah itu harus diolah lagi untuk menghilangkan Fe yang ada dalam air tadi.

c. Fero Sulfat dan Fero Chlorida (FeSO_4 dan FeCl_2)

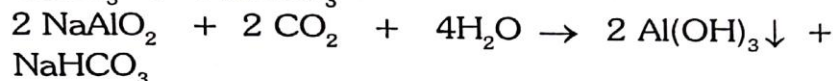
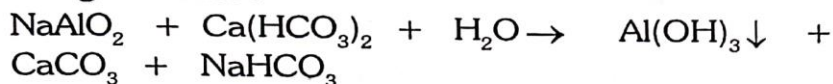
Flokulasi dengan ferro ini biasanya akan lebih baik ditambahkan larutan kapur atau NaOH Fe sebagai pengatur kondisi flocculasi dengan perbandingan 2 : 1. Reaksi dengan bikarbonat akan membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$ yang sedikit larut, dan selanjutnya akan dioksidasi dengan Oksigen terlarut menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang tidak dapat larut.

Reaksi yang terjadi:



d. Natrium Aluminat

Bahan ini masih kurang populer penggunaannya. Reaksinya dengan bikarbonat atau CO_2 dalam air sebagai berikut :

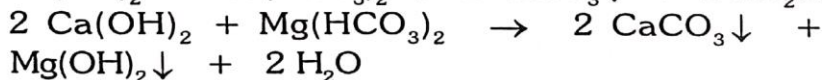
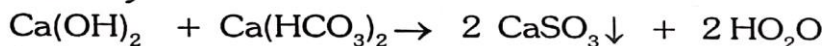


Berbeda dengan alum, Na aluminat menyebabkan naiknya pH dan sangat jarang digunakan sendiri tetapi bersama-sama dengan alum, seperti halnya dalam pengolahan air berwarna.

e. Kapur

Pengaruh penambahan kapur dengan rumus $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan menaikkan pH dan bereaksi dengan bikarbonat membantuk endapan CaCO_3 . Bila kapur yang ditambahkan cukup banyak sampai $\text{pH} = 10,5$, maka akan terbentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Kelebihan ion Ca pada pH tinggi dapat diendapkan dengan penambahan soda abu.

Reaksinya:



f. Poly Alumanium Chlorida (PAC)

Bahan ini merupakan polimer dari Alumanium Chlorida dan baru beberapa tahun terakhir digunakan, dikemas dalam bentuk sederhana dan siap pakai. Merupakan bahan kogulasi yang bermanfaat untuk menurunkan kekeruhan. Cara penggunaan:

- 1) Sebungkus PAC digunakan untuk 100 liter air beku
- 2) Tuangkan dalam ember, masukkan bubuk kapur

ke dalamnya (bila air baku mengandung kapur maka bubuk kapur tidak dibubuhkan) aduk selama 2 – 3 menit

- 3) Kemudian masukkan larutan PAC dan aduk selama 5 – 7 menit, setelah membentuk gumpalan hentikan mengaduk, tunggu selama 15 menit agar mengendap
 - 4) Air yang jernih dituangkan ke dalam ember yang bersih
 - 5) Bila air untuk diminum maka harus direbus sampai mendidih.
4. Coagulant aid

Biasanya untuk mendapatkan air yang lebih jernih dan mempercepat proses pengendapan ditambahkan Coagulant aid yang berfungsi untuk membantu/memacu proses koagulasi. Bahan yang sering dipakai sebagai bahan coagulant aid ialah dari bahan polymer organik.

Polymer bahan organik yang berat molekulnya besar. Biasanya sering disebut juga *poly* elektrolit. Bahan ini ada yang asli (alamiah) dan ada yang syntetis. Polyelektrolit sintetis diklasifikasikan berdasarkan atas jenis muatan pada rantai polymer sebagai berikut:

- a) Anion poly elektrolit : Polymer bermuatan negative
 - b) Kation poly elektrolit : Polymer bermuatan positif
 - c) Polyelektrolit bukan ion : Polymer tak bermuatan
- Bermacam-macam poly elektrolit, tergantung dari pabrik yang memproduksinya seperti: superfloc, Magnifloc, Konofloc, Aquafloc dan lain sebagainya. Kisaran dosis anion dan kation poly elektrolit a 1 – 10 mg/l dan nonionik poly elektrolit.

F. Jar Test

Jar test digunakan untuk menentukan dosis koagulan yang

optimum. Alat yang dipergunakan untuk percobaan yang test adalah floc tester yang dilengkapi dengan alat-alat gelas dan pengadukan yang sempurna, atau dapat dilakukan dengan alat pengaduk sederhana misalnya dengan pengaduk batang bambu. Bahan koagulan yang biasa dikerjakan untuk percobaan koagulan adalah tawas. Sedangkan untuk pengaturan kondisi pH biasa digunakan kapur. Pada dasarnya percobaan ini meliputi:

1. Menentukan posisi bahan koagulan (tawas) yang ditambahkan dengan variasi dosis tawas yang berbeda-beda
2. Untuk air yang asam perlu ditambahkan kapur dengan dosis yang divariasi untuk mendapatkan kondisi pH yang optimum
3. Dengan kondisi pH yang telah dipilih, dilakukan optimasi berapa dosis tawas yang tepat yang harus ditambahkan.

Peralatan dan bahan.

Peralatan:

- a) Floc tester
- b) Corong gelas
- c) Alat pengaduk
- d) Gelas beaker
- e) Turbidimeter
- f) Alat untuk pemeriksaan
- g) Gelas ukur
- h) Komparator pH warna
- i) Pipet ukur
- j) Kertas saring

Bahan:

- a) Contoh air (air baku)
- b) Bahan koagulan
- c) Indikator pH (BTB/Bromthymol blue, phenol red)

Cara kerja :

- a) Disiapkan flocc tester dan 5 buah gelas beaker
- b) Diisi contoh air masing-masing sebanyak 500 ml
- c) Ditambahkan bahan koagulan (tawas) dengan dosis yang berlainan
- d) Diaduk cepat selama 3 menit
- e) Diaduk lambat selama 5 menit
- f) Didiamkan selama 15 menit
- g) Diamati bentuk gumpalan, kecepatan pembentukan gumpalan
- h) Disaring dengan kertas saring, kemudian diperiksa pH, kekeruhan dan warna
- i) Dipilih pemakaian tawas optimum yang memberikan hasil terbaik, kemudian dilanjutkan ke percobaan berikutnya (mencari daya serap chlor dan kecepatan pengendapan).

Catatan :

Apabila perlu ditambah kapur untuk pengaturan pH, atau koagulan aid agar diperoleh *effluent* yang lebih jernih, maka langkah-langkahnya dikerjakan seperti tersebut di atas (dengan dosis yang bervariasi).

-ooOoo-

BAB IX

PENGOLAHAN AIR SECARA FILTRASI

A. Pengertian

Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan Zat padat tersuspensi (yang diukur dengan kekeruhan) dari air melalui media pori – pori. Zat padat tersuspensi dihilangkan pada waktu air melalui suatu lapisan materi berbentuk butiran yang di sebut media filter. Media filter biasanya pasir atau kombinasi dari pasir, *anthracitie*, *garnet*, *ilmenite*, *polystrene* dan *beads*. Dengan memakai filter *anthracitie* kecepatan filtrasi dapat di perbesar menjadi 1,5 – 2 kali saringan pasir. Karena itu sudah banyak orang mencampur pasir dan *anthracitie*. Pasir yang paling baik dipakai untuk saringan pasir tersebut mengandung kwarsa (SiO_2) lebih besar atau sama dengan 90,8%.

Penghilangan zat padat tersuspensi dengan penyaringan dengan memainkan peranan penting, baik yang terjadi dalam kemurnian alami dari air tanah maupun dalam kemurnian buatan didalam instalasi pengolahan air. Filtrasi alami terjadi pada waktu air bergerak melalui lapisan tanah yang berpori. Proses alami ini disebut *percolation*. Zat padat tersuspensi mencakup tanah, logam-logam teroksidasi dan mikroorganisme.

B. Proses Filtrasi

Filter yang digunakan dalam proses filtrasi biasanya dianggap

sebagai saringan yang menangkap atau menahan zat padat tersuspensi diantara media filter. Proses filtrasi terutama tergantung pada gabungan dari mekanisme fisika dan kimia yang kompleks dan yang terpenting adalah adsorpsi. Pada waktu melalui lapisan filter, zat padat terlarut bersentuhan dan melekat pada permukaan dari butiran media filter atau materi yang telah lebih dahulu melekat. Kekuatan yang menarik dan mengikat partikel ke butiran sama seperti yang terdapat pada koagulasi dan flokulasi. Dalam praktek kadang-kadang flokulasi terjadi di lapisan filter. Hal ini menunjukkan pentingnya bahan koagulan kimia yang baik.

Pada saringan pasir lambat prosesnya sangat berbeda dan yang terjadi adalah proses biokimia dan arena kerja dari mikrobia. Proses pemurnian air di mulai di lapisan supernatan, tetapi sebagian besar terjadi di lapisan teratas saringan pasir yang disebut "Schmutzdecker" (Lapisan dari bahan yang diendapkan yang terbentuk di atas lapisan pasir).

C. Kemampuan/Kegunaan

Kemampuan atau kegunaan filtrasi ditentukan oleh kecepatan filtrasi, jenis media atau cara bekerjanya. Secara garis besar kemampuan/kegunaan filtrasi dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Saringan pasir lambat
2. Saringan cepat :
 - a. Saringan pasir cepat
 - b. Saringan berkecepatan tinggi seperti ual dan multi media
3. Saringan bertekanan
 - a. Saringan pasir atau multi media
 - b. Saringan tanah *diatomeous*.

D. Saringan Pasir Lambat

Saringan pasir lambat terutama berguna untuk

menghilangkan organisme patogen dalam air baku *bacteria* dan virus yang ditularkan melalui air. Melalui absorpsi dan proses lain *bacteria* dihilangkan dari air dan ditahan pada permukaan butiran pasir yaitu kira-kira 85% - 99% total *bacteria*, dan menghasilkan air yang memenuhi syarat bakteriologis yaitu tidak mengandung *Escherichia coli*. Apabila beroperasi dengan baik, saringan pasir lambat dapat pula menghilangkan protozoa seperti *Entamoeba histolytica* dan cacing seperti *Schistosoma haemabium* dan *Ascaris lumbricoides*. Saringan pasir lambat sesuai dengan namanya hanya mempunyai kemampuan menyaring relatif kecil yaitu 0,1 – 0,3 m/jam atau 2 – 7 m/m²/hari karena ukuran butiran pasirnya halus (ukuran efektif kira-kira 0,2 mm dan air bakunya mempunyai kekeruhan dibawah 10 NTU agar saringan dapat berjalan dengan baik.

E. Saringan Pasir Cepat

Saringan pasir cepat mempunyai kecepatan 40 x kecepatan saringan pasir lambat, dapat dicuci dan dapat digunakan koagulan kimia, sehingga untuk pengolahan air dengan kekeruhan tinggi. Pada saringan pasir cepat, biasanya digunakan pasir sebagai medium, tetapi prosesnya sangat berbeda dengan saringan pasir lambat. Hal ini disebabkan karena digunakan butir pasir diambil lapisan besar atau kasar, dengan ukuran efektif butir berkisar antara 0,4-1,2 mm, dan kecepatan filtrasinya lebih tinggi, biasanya antara 5-15 m³ / m² / jam (120-360 mm³/m²). Untuk membersihkan tidak cukup hanya dengan diambil lapisan atasnya saja tetapi dengan *back-wash*. Ada penggunaan yang berbeda dari saringan cepat dalam pengolahan air minum. Di dalam pengolahan air tanah, saringan cepat digunakan untuk menghilangkan besi dan mangan. Untuk membantu proses filtrasi, sering dilakukan serasi sebagai pengolahan pendahuluan, untuk membentuk senyawa tidak terlarut dari besi dan mangan.

Untuk air dengan kekeruhan rendah, seperti sering terjadi didanau atau kadang-kadang disungai, saringan cepat dapat atau mampu mengandung bakteri patogen. Pengolahan air seperti khlorinasi penting untuk memperoleh air yang aman. Dalam mengolah air sungai dengan kekeruhan tinggi, saringan cepat dalam digunakan sebagai pengolahan pendahuluan untuk mengurangi beban dari saringan pasir lambat atau dapat digunakan untuk mengolah air yang dijernihkan dengan koagulasi, dlokulasi dan sementasi. Dalam hal ini, sekali lagi perlu dilakukan klorinasi akhir.

F. Saringan Berkecepatan Tinggi

Jenis saringan ini mempunyai kecepatan 3-4 kali saringan pasir cepat. Pada saringan ini digunakan kombinasi dari beberapa media filter, tidak hanya pasir saja. Dua media apabila digunakan kombinasi dari dua media filter seperti pasir dengan *anthracitie*. Sedang multi-media menggunakan 3 atau lebih media, yang biasanya terdiri dari, *anthracitie* dan garnet. Pada saringan pasir cepat, pasir berbutir halus terletak di atas pasir berbutir kasar disebut gradasi halus kekasar.

G. Saringan Bertekanan

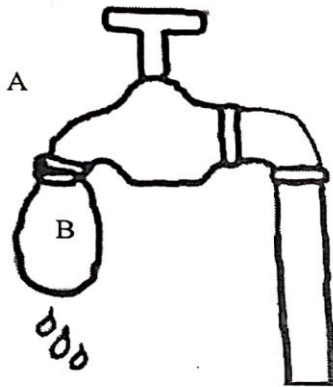
Jenis saringan ini biasa digunakan untuk menyaring air kolam renang. Prinsip kerja saringan ini sama seperti saringan pasir cepat, hanya proses filtrasi terjadi didalam yakni baja termasuk silider yang tahan tekanan. Disini juga digunakan pasir atau media kombinasi, tetapi kecepatan penyaringannya kira-kira sama dengan saringan cepat, meskipun digunakan pompa yang mengalirkan air. Saringan tanah diatomeous (DE filter) semula dirancang oleh militer pada perang dunia II, untuk menghilangkan disentri amoeba.

H. Contoh-contoh Saringan

1. Penyaringan Dengan kain

Merupakan cara lama yaitu menyaring dengan menggunakan kain tenun rapat. Penyaringan dengan kain digunakan untuk; menghilangkan sisa-sisa tanaman, zat tersuspensi yang kasar dengan serangga. Dalam beberapa kasus bahkan dapat menghilangkan parasit-parasit besar misalnya kista dan telur dari protozoa. Dalam proses filtrasi, pori-pori kain bersifat sebagai saringan, makin halus pori-pori kain tersebut makin banyak pula materi yang tersaring.

Gambar 2. Penyaringan dengan Kain



Keterangan :

A : Pengikat pada kran

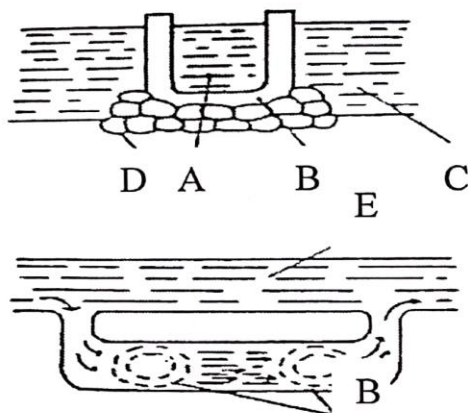
B : Kantung kain

- ### 2. Penyaringan dengan bejana tanah liat atau batu berpori.
- Bejana tersebut dari tanah liat baker dapat dipakai karena pori-porinya cukup kecil untuk menyaring air. Dibali dipakai pula batu padas jempeng untuk menyaring air, seperti pada gambar. Penyaringan dengan bejana tanah liat batu berpori ini mampu untuk menyaring kista, telur dan cercia, tetapi masih perlu di desinffeksi untuk

menghilangkan bacteria dan virus. Untuk mencegah terjadinya penyumbatan perlu dilakukan pencucian saringan tersebut.

Dalam proses penyaringan pori-pori tanah liat bertindak sebagai saringan, dan makin halus pori-pori tanah tersebut makin banyak pula yang disaring.

Gambar 3. Saringan Batu Jampeng



Keterangan :

A : Air tersaring

B : Batu cadas

C : Air baku

D : Batu

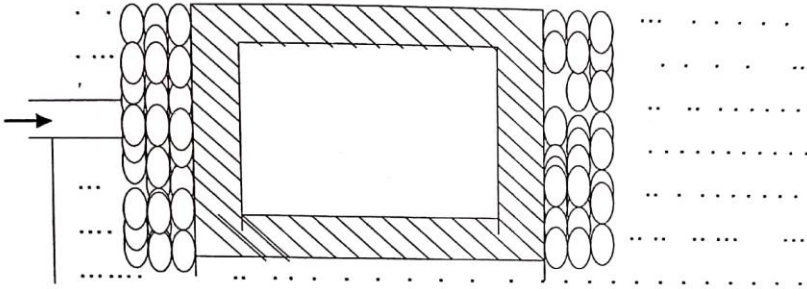
E : Sungai

3. Sumur Infiltrasi

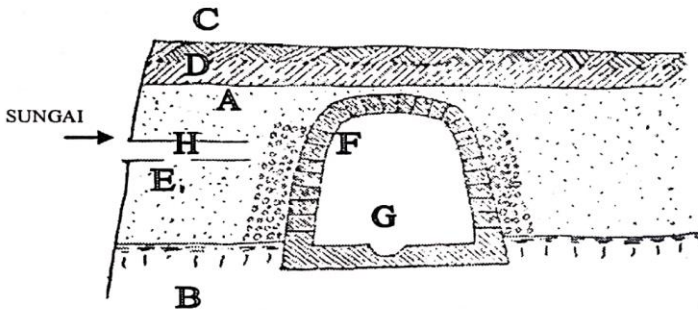
Bila keadaan setempat memungkinkan, dapat dibangun sumur infiltrasi didekat tepi sungai. Hasil penyaringan bergantung pada keadaan geologi lapisan tanah waktu aliran air dan jarak antara sungai dan tempat penampungan air saringan. Kekurangan sumur infiltrasi ialah mudah terkena pencemaran dari air kotor bila banjir.

Sumur infiltrasi dibangun dekat sungai. Dalam musim kemarau amat efisien dalam menghilangkan pencemar organik, virus dan bakteri pathogen. Apabila pori-pori sumur infiltrasi makin halus maka penanganan terhadap koloid-koloid makin efektif dan air yang dihasilkan makin jernih.

Tampak atas :



Tampak samping :



Keterangan :

- A = Urugan pasir/koral
- B = Lapisan Rapat air
- C = Permukaan Tanah
- D = Tanah urugan

- E = Lapisan ir tanah/air permukaan
- F = Pori-pori air
- G = Tempat pengumpulan air
- H = pipa saluran air dan sungai

Gambar 4. Sumur Infiltrasi

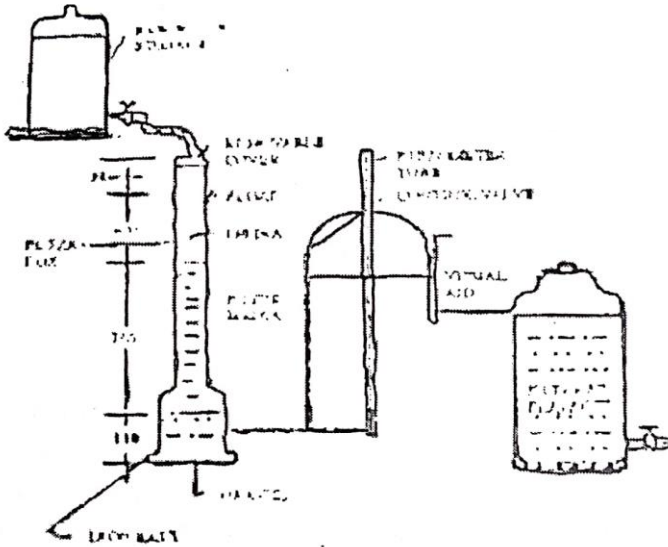
4. Saringan Pasir Lambat

Pada saringan pasir lambat, digunakan pasir dengan ukuran efektif kira-kira 0,2 mm, air mengalir perlahan-lahan kebawah. Karena mempunyai ukuran butir pasir halus, pori-pori saringan kecil dan partikel tersuspensi didalam air beku ditahan pada bagian atas saringan yaitu pada ketebalan 0.5-2 cm. karena kecepatan penyaringan lambat yaitu 0.1-0.3 m/jam atau 2-7 m³/m²/hari, pembersih dilakukan dengan mengambil lapisan atasnya saja setebal 2,5-2 cm, setelah digunakan beberapa bulan. Pengoperasian saringan pasir lambat akan tidak mengalami kesulitan apabila kekeruhan air bakunya rendah. Karena itu apabila kekeruhanya tinggi, perlu dilakukan penlahan pendahuluan seperti sadimentasi, koagulasi dan flokulasi atau saringan pasir cepat. Saringan pasir lambat dapat di desain bak untuk penyediaan air masyarakat yang berkala kecil maupun rumah tangga. Diagram skematis dibawah merupakan saringan pasir lambat sederhana yang terdiri dari bak terbuka sedalam kira-kira 3 m yang berisi berturut turut dibawah :

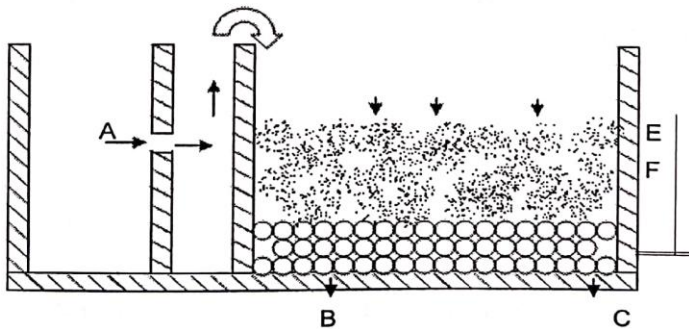
- 1) Lapisan koral halus setebal 0,2 – 0,3 m sebagai lapisan penopang pasir. Lapisan koral ini harus bebas dari Lumpur, tanah liat dan zat organik.
- 2) Lapisan pasir halus setebal 1 – 1,2 m.

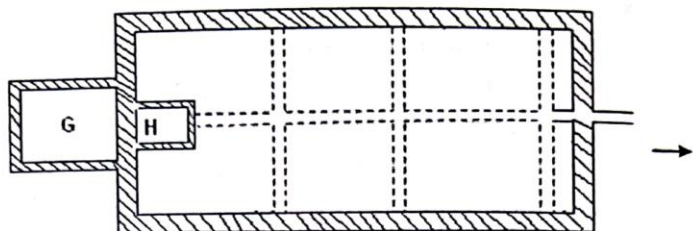
3) Air yang akan diolah, setinggi 1 – 1,5 m diatas lapisan pasir dengan kekeruhan lebih kecil dari 5 FTU (formagin turbidity unit) dan maksimum 20 FTU.

Untuk rumah terpencil di daerah yang penduduknya tersebar, dapat digunakan saringan pasir lambat perorangan (rumah tangga) yang digunakan untuk satu keluarga (orang) dengan debit air 10 liter/orang/hari dengan gambar dibawah ini.



Gambar 5. Saringan Pasir Lambat Untuk Rumah Tangga





Gambar 6. Saringan Pasir Lambat Untuk Penyediaan Air Masyarakat

Keterangan :

- A = Air baku masuk
- B = Pipa pengumpu
- C = Air tersaring
- D = Lapisan Korral
- E = Pasir 100 – 120 cm
- F = Air yang diolah, 100 – 150 cm
- G = Bak Penampungan air baku
- H = Bak intet

Komponen utama terdiri dari tabung saringan dengan inlet dan outlet, bejana air baku dan bejana air bersih. Tabung saringan terbuat dari pipa PVC, pralon atau yang lain dengan garis tengah 15 cm dan panjang 150 cm. bagian bawah ditutup, dimana dipasang outlet. Bagian atas dilengkapi dengan tutup yang dapat dibuka, dimana dilekatkan katup pelampung untuk mengatur air baku agar tingginya tetap 5 cm dibawah bibir tabung. Tabung saringan, dibagian bawah di isi dengan korral setebal 15 cm dan diatasnya lapisan pasir setebal 70 cm. kecepatan saringan di atur kira – kira 0,1/jam dengan katup pengatur dan kehilangan tekanan dapat diatasi dengan mengatur posisi ujung outlet. Bejana air baku dapat digunakan pot tanah dengan kapasitas 50 liter. Supaya operasi dapat berjalan efisien, kekeruhan air tidak lebih dari 50 unit kekeruhan (

diukur dengan kalorimeter Heigler). Air baku yang keruh dapat diolah lebih dulu dengan sedimentasi sehingga kekeruhan berada dalam batas-batas yang dipersyaratkan. Bejana air bersih (hasil penyaringan), dapat digunakan pot tanah yang mempunyai volume kira-kira 80 liter

5. Saringan Pasir Cepat

Saringan pasir cepat terbuka disebut juga saringan grafitasi. Saringan jenis ini merupakan yang sering digunakan dalam pengolahan air untuk menghilangkan flok yang tidak mengendap setelah koagulasi dan sedimentasi. Media penyaringan saringan pasir cepat adalah pasir kasar berukuran antara 0,4 -1,22 mm dengan kecepatan penyaringan diatur antara 5-15 m³/m²/jam.

Lapisan pasir setebal 0,6 - 0,8 m ditempatkan didalam bak beton dengan kedalaman 2,7 m diatas lapisan koral setebal 0,4 sampai 0,6 m yang disusun bergradasi. Didalam lapisan koral ditempatkan pipa – pipa pengumpul air bersih. Tinggi air diatas permukaan setinggi 0,9 – 1,2 m. selama penyaringan air turun ke bawah melalui lapisan saringan karena kombinasi dari tekanan air diatas dan hisapan dari bawah. Filter dibersihkan dengan beck wash dari bawah ke atas. zat tersuspensi yang bertahan di permukaan filter yang terbawa air dan ditampung pada pipa /salurkan khusus untuk ialirkan keluar baik.

Keterangan :

A = Bak

B = Air baku

C = Pasir

D = Pipa cabang berpori

E = Lantai kedap air

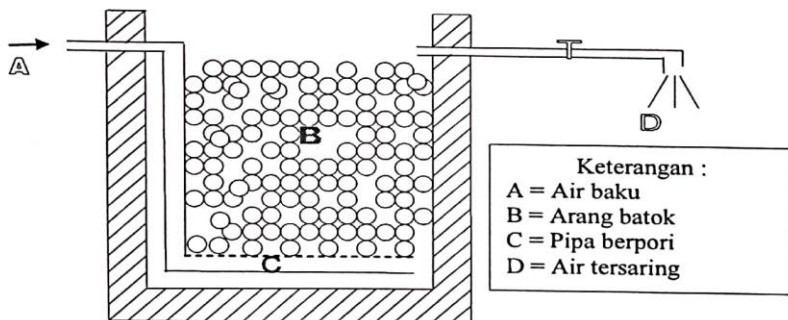
F = Pipa pengumpul

G = Koran

H = Air bersih

6. Saringan Arang Batok (carbon aktif)

Adalah suatu untuk penyaringan air yang terdiri dari arang batok aktif yang sederhana tetapi mempunyai efektifitas penyaringan tinggi. Saringan arang batok dapat berfungsi mengurangi arang organik, warna, bau, rasa dan *turbidity* sehingga air yang dihasilkan akan menjadi jernih. Saringan arang batok biasanya digunakan pada industry dan industri rumah tangga. Sebagai ilustrasi agar dapat dipahami secara rinci dapat dilihat gambar berikut ini :



Gambar 8. Saringan Arang Batok

Cara pembuatan batok sama dengan pembuatan arang kayu hanya disarankan tidak ditempat terbuka misalnya drum.

7. Cara Pembuatan Alat Saringan

1) Saringan Air Gambut

Daerah pasang surut dan daerah berawa di Indonesia merupakan daerah cukup luas, daerah pedesaan, mempunyai social ekonomi rendah. Sarana penyediaan air bersih masih jauh dari memuaskan. Dalam usaha untuk meningkatkan system penyediaan air bersih di daerah dengan kondisi demikian, perlu mempertimbangkan antara lain, biaya murah dan dapat memanfaatkan bahan-bahan setempat. Khusus bagi masyarakat di daerah pasang surut dan berawa air gambut yang terdapat di sekitar tempat tinggalnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bagi kehidupan sehari-hari seperti : mandi, cuci, masak, minum dan sebagainya. Dengan teknologi tepat guna dan sederhana air gambut, murah, mudah di kelola dan mudah pemeliharaannya. Air baku yang di gunakan adalah air yang diperoleh dari permukaan atau air tanah yang banyak terdapat di daerah rawa pasang surut sering disebut air gambut, dengan ciri-ciri:

- a. Air permukaan atau air tanah banyak terdapat di daerah pasang surut
- b. Warna kuning atau merah sampai kecoklat-coklaan
- c. Keasaman tinggi atau pH rendah
- d. Kepadatan rendah
- e. Zat organik tinggi
- f. CO_2 agresifnya tinggi.

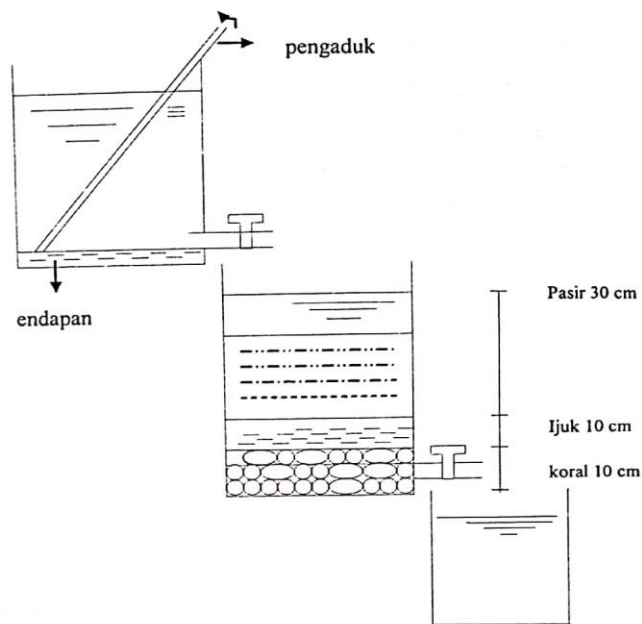
Air gambut di beberapa lokasi bervariasi, tergantung pada struktur tanahnya, umur gambut itu sendiri, kedalamannya serta tumbuhan yang hidup di atasnya. Atas dasar itulah maka baik sarana maupun bahan-bahan yang digunakan berbeda pula, disesuaikan dengan keadaan setempat, dan alat ini merupakan salah

satu contoh.

Tanah gambut atau tanah liat dari rawa bergambut merupakan tanah lempung organik yang mengandung zat Fe_2 Al_2 (SO_4) H_2O . lempung ini dipakai sebagai koagulan dan adsorban (kualitas gambutnya tinggi dan kecoklat-coklatan). Dapat diperoleh dilapangan ditepi-tepi sungai, saluran hasil galian ataupun pada suatu areal tanah lempung ini terletak di daratan alluvium yang dibentu oleh endapan-endapan alufial rawa-rawa dan sungai.

2) Cara Pembuatan.

Sistem ini memerlukan dua buah ember plastic atau gentong atau dari kayu yang berukuran kurang lebih 20 liter. Ember pertama dipergunakan untuk mencapur air gambut dan tanah lempung dengan alat pengaduk (biasa dari kayu atau bamboo), tanah lempung yang dipakai yaitu diambil dari kedalaman tanah kurang lebih 3 m. Ember kedua dipergunakan untuk saringan air dari air yang sudah di endapkan pada ember pertama untuk susunan saringan air pada ember ke dua (lihat gambar) :



Gambar 9. Alat Saringan Gambut

Tanah liat/lempung diperoleh pada kedalaman tertentu seperti dibawah ini: Lapisan paling atas merupakan tanah penutup gambut (0-1) m.

- a. Lapisan kedua berupa lempung abu-abu muda sampai tua, lunak, elastis, plastis (1 – 2,5 m).
- b. Lapisan ketiga berupa lempung abu-abu tua, lunak, plastis kadang – kadang sedikit mengandung pasir, mengandung fragmen, kayu dan coal (lebih dari 2,5 m).
- c. Fungsi lempung tanah liat sebagai koagulan ini adalah untuk menghilangkan sebagian zat organik yang terlarut, mikroorganismenya misalnya plankton, bakteri, dan senyawa – senyawa lain yang menyebabkan wana/kekeruhan dalam air gambut. Air gambut yang diolah memerlukan lempung sebanyak 6285 mg/L untuk dapat membentuk flok-

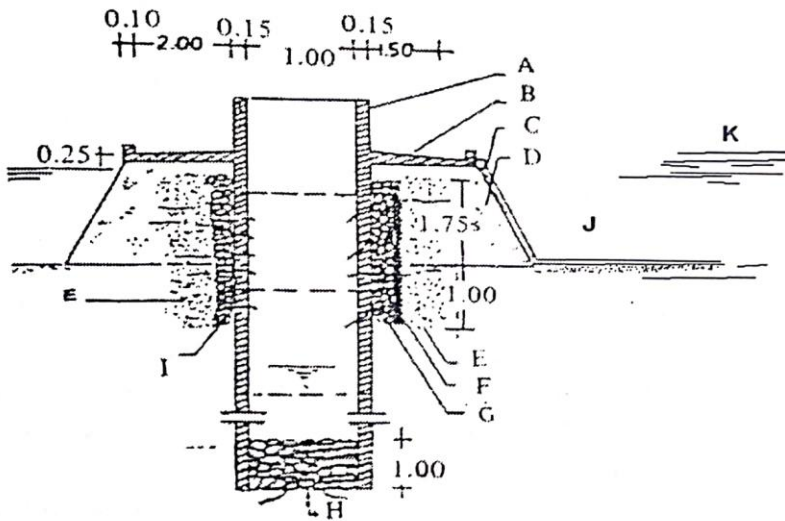
flok yang cukup baik.

d. *Antrasit granular*/arang batok.

Antrasit granular adalah butiran-butiran antrasit (batu bara tua) dapat diperoleh dari penabangan batu bara bukit asam. Antrasit granular dipakai sebagai bahan pengolahan air gambut, karena antrasit mempunyai sifat penyerapwarna dan bau yang ada pada air gambut. Disamping itu jika wantrasit granular tidak di dapatkan dapat digantikan dengan “arang batok”.

3) Desain sumur gali di daerah air gambut.

Secara rinci, desain sumur gali di daerah gambut dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 10. Desain Sumur Gali di Daerah Air Gambut

4) Biaya

Biaya penyaringan air gambut sederhana :

- a) 2 ember @ 20 liter : Rp.
- b) Kran 2 buah : Rp.
- c) Pasir)
Koral)
Ijuk) : Rp.
Rp.

Biaya desain sumur gali sederhana di daerah air gambut.

Biaya galian : diameter 100 cm

Dalam 300 cm : Rp.

Lantai sumur 1 m x 1 m

x 0,10 m : Rp.

Bus beton : 1 m, tebal

0,15 m : Rp.

Pasir, Ijuk, Koral : Rp.

Ongkos tukang :

3 orang x 10 hari x Rp. ... : Rp.

Rp.

5) Cara penggunaan.

Ember plastik/gentong/kayu di isi air gambut \pm 20 liter. Dalam air dtambahkan tanah lempung sebanyak 20 liter x 625 ,milligram = 12.500 miligram = 12.5 gram tanah lempung. Tanah lempung tersebut diisi sedikit demi sedikit dalam air diaduk sehingga semuanya larut dalam air gambut. Kemudian di endapkan selama \pm 45 s/d 60 menit. Bagian air yang bening dituangkan/ dialirkan perlahan lahan kedalam ember saringan. Air yang sudah melalui saringan sudah siap dipakai. Dianjurkan agar dimasak terlebih dahulu sebelum di minum. Cara perawatan. Kalau air keluar dari saringan tidak baik lagi, maka saringan harus dibersihkan

(atasnya dicuci 2 minggu sekali dan seterusnya).

Kualitas air sesudah melalui penyaringan menurut hasil percobaan kualitas air menjadi lebih baik, dengan perubahan sebagai berikut (Hasil Penelitian Puslitbang Pemukiman, Departmen Pekerjaan Umum).

Tabel 3. Hasil Kualitas Air Percobaan Sebelum dan Sesudah Penyaringan

Parameter	Satuan	SBP (sebelum Penyaringan)	SSP (sesudah penyaringan)	Standart air minum yang dianjurkan (PERMENKES)	
				01/77	416/90
Warna	Pt-Co	903.6	11.3	50	15 YCU
Kesamaan	-	4.5	7.2	9.2	6.5 – 8.5
Kesadahan	oD	0.4	4.8	10	500 mg/L
Zat organic (KMnO4)	Mg/l	149.6	12.9	10	10
CO2 agresif	Mg/l	16.7	Negatif	0.0	-
Fe	Mg/l	1.2	0	1.0	0.3
Kekeruhan	Skala silika	30	0	25	5 NTU

Fungsi dari lapisan tersebut yaitu:

1. Kerikil untuk menyebarkanmu dalam rangka keseimbangan wadah saringan
2. Ijuk untuk menghilangkan, menangkap butiran – butiran yang agak besar dari air, sebagai pembatas tiap lapisan; sebagai pembatas untuk mempermudah pembersihan saringan
3. Pasir untuk menyaring sampai butiran kecil dalam air
4. Arang untuk menghilangkan bau dan warna dari air gambut.
5. Guna dari tanah lempung adalah untuk koagulan (mengendapkan butiran – butiran yang ada dalam air) untuk absorban, menghilangkan zat organic yang terlarut, microorganisme dan senyawa-senyawa lain yang menyebabkan warna/kekeruhan dalam air gambut. Air gambut mempunyai kadar

CO₂ agresif yan tinggi maka semua peralatan yang digunakan diusahakan bukan dari bahan logam yang mudah dirusak oleh CO₂ agresif.

b. Saringan Pasir Lambat

Saringan yang tersedia diatas tanah atau air permukaan biasanya jarang sesuai dengan syarat-syarat kesehatan, baik fisik, kimia maupun bakteriologis. Agar air yang ada tersebut memenuhi atau paing tidak, mendekati persyaratan kesehatan, maka salah satu usaha dalam memakai saringan pasir lambat. Cara Pembuatan :

Untuk membuat saringan pasir lambat perlu ditentukan ukurannya, yaitu :

a). luas penampang kotak atau silinder sesuai rumus :

$A = \text{Luas penampang dalam m}^2$

$Q = \text{Rata - rata pemakaian air perhari dalam m}^3$

$V = \text{kapasitas penyaringan rata - rata dalam m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$

b). tinggi pasir dalam kotak atas silinder 70 – 100 cm

c). tinggi kerikil 25 cm – 30cm.

d). tinggi air baku diatas saringan 100 – 120 cm.

e). Tinggi bak penampung ± 3 m (lihat gambar).

Disamping itu disediakan juga :

Sekitar 100 – 120 cm untuk tinggi air baku. Setelah batu ada ruangan 25 – 40 cm, dengan kemiringan lantai 1% : 5% kearah lubang pipa keluar. Misalkan kita mau membuat saringan dari bahan bis silinder diameter 1 meter kapasitas penyaringan rata-rata 0,40 m³/m²/jam maka luas penampang saringan :

$$R^2 = \frac{22}{7} \times (0,5)^2 = 0,785 \text{ m}^2$$

$$A = Q \times \frac{1}{0,40} \times \frac{1}{24}$$

$$0,785 = Q \times \frac{1}{9,6}$$

$$Q = 0,785 \times 9,6 = 7,5 \text{ m}^3$$

Kalau 1 orang per hari perlu 150 l maka saringan tersebut cukup untuk :

$$\frac{7.500}{150} = 50 \text{ orang, atau 10 keluarga}$$

Bahan :

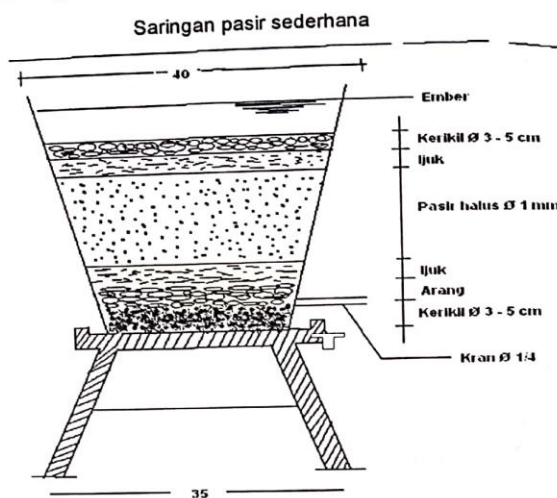
- bis ukuran 0 1 m = 6 buah
- pipa paralon 0 3/4" = batang
(tergantung Jauh Dekat masing-masing keluarga)
- semen = 2 zak
- pasir 0,2-0,3 mm = 0,8 m₃
- kerikil 6-12 mm = 0,15 m₃
- 13-19 mm = 0,1 m₃
- 20-25 mm = 0,1 m
- Pompa listrik, atau
- Pompa tangan = 1 buah

c. Cara Pembuatan

Bahan :

1. Kerikil ukuran Ø 3 – 5 cm
2. Ijuk
3. Pasir ukuran Ø.1 mm
4. Arang
5. Tong plastic
6. Kran Ø 3/4 inch
7. Socket Ø 3/4 inch

8. Lem plastic
9. Selaput pembalut drat (seal tape)
10. Kawat nyamuk.



Gambar 11. Saringan Pasir Lambat

d. Cara penggunaan :

Masukan air baku keruangan paling atas, kemudian air mengalir sendiri melalui saringan, dan air yang sudah tersaring/bersih mengalir ke bak penampung untuk siap digunakan. Menurut pengalaman maka kapasitas penyaringan rata (V) 0,15 – 0,45 m³/m²/jam. Supaya dijaga/diatur agar tinggi air baku diatas saringan berkisar 100 – 120 cm. bak – bak tersebut supaya ditulis tetapi masih ada hubungan udara luar.

e. Cara perawatan :

Apabila kapasitas penyaringan menurun, maka butir pasir harus dicuci, dengan mengangkat pasir tas ± 10 cm.

f. Perbaikan air setelah melalui saringan.

1. Dapat menurunkan kekeruhan dari 50 ppm menjadi 5 ppm.

2. Dapat menurunkan kuman antara 85 – 99%.
- g. Kelebihan saringan pasir ini.
 1. Mudah membuatnya dan mudah menanganinya.
 2. Murah, karena dapat menggunakan bahan setempat.
- h. Kelebihan.
 1. Kurang efektif untuk air baku yang kekeruhan > 50 ppm.
 2. Memerlukan tempat yang luas.

C. Cara pembuatan alat saringan pasir sederhana

a. Cara pembuatan.

Bahan :

1. kerikil ukuran 0 3 – 5 cm
2. ijuk
3. pasir ukuran 0 1 mm
4. Arang
5. Tong plastik
6. kran $\frac{3}{4}$ inch
7. soket $\frac{3}{4}$ inch.
8. lem plastik.
9. selaput pembalut drat (*seal tape*)
10. kawat nyamuk.

b. Methode penggunaan

Dalam penggunaan sehari-hari sebaiknya saringan ditutup untuk mencegah cahaya matahari. Seandainya tidak dilaksanakan seperti ini, lumut akan tumbuh didalam saringan karena cahaya tersebut dan berbagai jenis cacing akan dating ke dalam saringan.

c. Metode perawatan.

Pencucian material sebaiknya dilakukan karena kapasitas air yang keluar makin lambat. Pada ketebalan lapisan atas 10 cm harus di cuci sekali didalam atau dua minggu. Untuk ke semua lapisan sekali di dalam satu atau dua bulan.

- d. Kualitas air sudah di saring
 Kualitas air sebelum dan sesudah di saring, seperti dibawah ini. Seperti anda ketahui, itu adalah suatu cara yang mana saringan pasir dapat memperbaiki mutu air.
- e. Kualitas air sebelum dan sesudah di saring

Tabel 4. Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Penyaringan

Parameter	Satuan	SBP (sebelum Penyaringan)	SSP (sesudah penyaringan)	Standart air minum yang dianjurkan (PERMENKES)	Parameter
				01/77	416/90
Warna	Pt-Co	225	5	50	15 TCU
Kekeruhan	Skala Silika	70	2	25	5 NTU
Zat organik	Mg/l	11	10	10	10
Kesadahan	oD	7,2	7,2	10	500 mg/l
Fe	Mg/l	6,4	0,12	1	0,3
Mn	Mg/l	1,4	0	0,5	0,1
NH4 - N	Mg/l	0,24	0	0	0
NO2 - N (Nitrat)	Mg/l	0,1	1,2	20	10
Sebagai NO2					
Bakteri kelompok umum	-	250	30	0	0
Bakteri kelompok Coli. (dlm 100 ml air)	-	30	15	0	0

Sumber : Uji coba Dinas Kesehatan Sumatera Utara dengan JICA di Kabupaten Asahan.

BAB X

HUBUNGAN AIR DENGAN KESEHATAN

Air merupakan kebutuhan dasar makhluk hidup namun air yang disediakan untuk keperluan sehari-hari, termasuk untuk keperluan mandi cuci kakus (MCK), juga dapat memberikan dampak yang merugikan bagi manusia beserta lingkungannya. Tentunya saja hal ini jika air yang diberikan tidak memenuhi syarat kualitas sanitasi dan higiene yang dibutuhkan. Ketidacukupan kualitas, Kuantitas, dan aksesibilitas, dapat membuka peluang munculnya penyakit bawaan air ini.

Pertama, dalam penyebaran penyakit menular, sumber-sumber air yang digunakan oleh pengungsi dapat menjadi penyebar mikroba patogen (*true water borne diseases*). Contoh penyakit yang ditimbulkan ada-lah diare, kolera, typhus, dan parathypus. Kedua, air dapat menjadi sarang insekta penyebar pe-nyakit (*water related vector bor-ne diseases*). Contoh penyakit dari golongan ini adalah demam berdarah dan malaria. Ketiga, air berperan se-bagai sarang hospes semen-tara penyakit (*water based borne diseases*). Contoh dari golongan ini adalah dracontiasis dan schistomiasis (keduanya penyakit yang disebabkan oleh cacing patogen). Terakhir, akibat ketidacukupan kuantitasnya, air dapat pula menyebabkan penyakit (*water washed diseases*). Contoh dari golongan ini adalah trachoma dan scabiesis penyakit yang disebabkan oleh

tungau *Sarcoptes scabiei*. Penyakit bawaan air terjadi jika air menjadi tercemar. Agens penyakit bawaan air mencakup virus, bakteri, parasit dan zat kimia. Agens virus bawaan air dan penyakit yang ditimbulkannya antara lain; virus poliomyelitis (polio) dan virus hepatitis A (hepatitis). Bakteri bawaan air dan penyakit yang ditimbulkannya antara lain, *Escherichia coli*, *salmonella typhi* (demam tifoid), *shigella spp.* (disentri basiler), dan *vibrio cholera* (kolera). Parasit bawaan air meliputi *entamoeba histolytica* (amebiasis atau disentri amuba), *Giardia lamblia* (giardiasis), dan *cryptosporidium parvum* (kriptosporidiosis). Masing-masing penyakit tersebut dapat menimbulkan akibat yang serius. Penyakit ditularkan melalui air yang disebabkan oleh patogen mikroorganisme yang secara langsung ditularkan ketika air tawar terkontaminasi dikonsumsi. Air bersih terkontaminasi, yang digunakan dalam persiapan makanan, dapat menjadi sumber penyakit bawaan makanan melalui konsumsi mikroorganisme yang sama. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, penyakit diare account untuk diperkirakan 4,1% dari total DALY beban global penyakit dan bertanggung jawab atas kematian 1,8 juta orang setiap tahun. Diperkirakan bahwa 88% dari beban yang disebabkan pasokan air sanitasi yang tidak aman, dan kebersihan, dan sebagian besar terkonsentrasi pada anak-anak di negara berkembang. Air sangat erat hubungannya dengan kehidupan manusia, yang berarti besar sekali peranannya dalam kehidupan manusia. Beberapa hal yang menunjukkan adanya hubungan air dengan kesehatan adalah sebagai berikut :

A. Adanya Organisme Patogen di Dalam Air

Organisme ini dapat menyebabkan penyakit atau gangguan kesehatan. Beberapa organisme tersebut antara lain :

1. Bakteri :

- a. *Vibrio cholerae* :

Bakteri ini menyebabkan penyakit kolera.

Penularan penyakit kolera ini melalui air, makanan dan oleh lalat.

b. *Salmonella typhi* :

Menyebabkan penyakit demam typhoid.

Penularannya melalui air, makanan.

c. *Sighella dysenteriae* :

Menyebabkan penyakit disentri basiler (*Bacillary dysentry*).

Penularan melalui air dengan cara *fecal oral*. Juga melalui kontak dengan susu, makanan dengan bantuan lalat.

d. *Salmonella paratyphi* :

Menyebabkan penyakit demam para typhoid.

Penularan melalui air, juga dengan fecal oral.

2. Protozoa :

a. *Entamoeba histolytica*.

Penyebab penyakit disentri Amuba (*Amebic Dysentry*).

b. Penularan melalui air, juga melalui makanan dengan batuan lalat.

3. Virus

a. Virus Hepatitis

Penyebab penyakit hepatitis infeksiosa (*Infectious hepatitis*).

b. *Virus Polio*

Menyebabkan penyakit polio.

c. Penularan melalui air, susu, makanan (termasuk kerang dan kepiting).

B. Adanya Organisme Non Patogen

Beberapa *non-patogenic* organisme yang hidup dalam air akan menimbulkan gangguan dan kerugian bagi manusia.

Diantaranya adalah : ¹⁾

1. *Actinomyces (moldlike bacteria)*

Terdapat di dalam air yang kotor, dan dalam sistem distribusi air, menyebabkan timbulnya rasa dan bau yang tidak

diharapkan. Merupakan problem setempat, dan sporanya dapat menembus saringan air.

2. Algae

Terdapat di dalam genangan air kotor. Menyebabkan timbulnya rasa dan bau yang tidak diharapkan. Adanya Algae dipengaruhi oleh musim, dalam jumlah yang berlebihan dapat menghambat pekerjaan filter pada sistem penyaringan air.

3. *Coliform Bacteri* (Bakteri *Coli*)

Terutama terdapat dalam air permukaan, dan air yang telah tercemar oleh kotoran manusia. *Coliform bacteri* dalam sistem air minum digunakan sebagai indikator (petunjuk) untuk mengetahui apakah air telah tercemar oleh tinja manusia atau kotoran hewan.

4. Fecal streptococci

Bakteri ini terdapat dalam air yang telah tercemar oleh kotoran manusia, dan kotoran hewan. Digunakan sebagai indikator pencemaran air oleh kotoran hewan/manusia.

5. *Iron Bacteria* (bakteri besi)

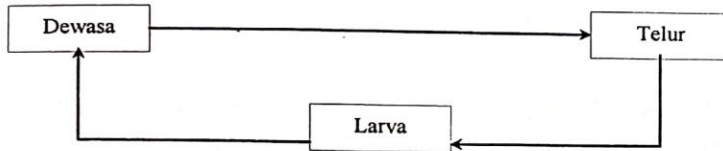
Terdapat di dalam air tanah dan air permukaan yang mengandung besi. Menimbulkan warna yang berlendir, menyebabkan clogging pada pipa saringan di dalam sumur. Kadar besi : 0,1 – 02, mg/l air dapat merangsang pertumbuhan bakteri besi.

6. *Free Living Worms* (cacing yang hidup bebas).

Kira-kira ada 7 species dari cacing Nematoda ini ditemukan di dalam air yang telah diolah. Akibat yang ditimbulkan oleh cacing ini, ialah : adanya bau dan pandangan yang menjijikkan, sehingga air tersebut akan ditolak oleh konsumen. Dapat menembus Saringan Pasir Lambat (SPL), tetapi tidak menembus Saringan Pasir Cepat (SPC). Resisten terhadap chlorine atau sisa chlor dengan dosis biasa.

C. Air Sebagai Breeding Places Vektor

Beberapa jenis serangga dapat memindahkan kuman penyakit dari seorang penderita kepada orang lain. Serangga yang dapat menularkan kuman penyakit tersebut disebut *vektor*. Contoh : Nyamuk *Anopheles sp.*. Dalam putaran hidupnya vektor mempunyai beberapa bentuk, yaitu : bentuk telur, larva, dan dewasa.



Masing-masing bentuk kehidupan membutuhkan tempat tinggal untuk hidupnya (habitat). Dalam hal ini larva dan telur membutuhkan habitat berupa air. Sebagai contoh dapat dibaca pada tabel di bawah ini :

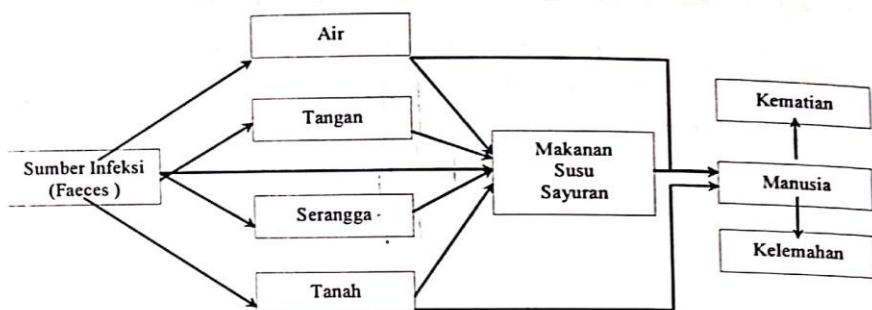
Telur dan larva nyamuk dengan habitatnya

No.	Vektor/Nyamuk	Habitat
1.	<i>Anopheles quadrimaculatus</i>	Air yang jernih, terlindung ada tumbuhan air.
2.	<i>Anopheles freeborni</i>	Air yang jernih, terlindung, ada tumbuhan air.
3.	<i>Culex pipiens</i>	Air yang tercemar
4.	<i>Culex tarsalis</i>	Kumpulan air, air limbah
5.	<i>Mansonia perturbans</i>	Air yang ada, tumbuhan air
6.	<i>Aedes aegypti</i>	Air di dalam kaleng, pot bunga, tempat penyimpanan air.

D. Air Sebagai Media Penularan Penyakit

Beberapa penyakit dapat ditularkan dengan melalui air. Dalam hal ini air berfungsi media atau vehicle (kendaraan).

Pola mekanisme penularan penyakit infeksi yang berkaitan dengan air minum adalah sebagai berikut :



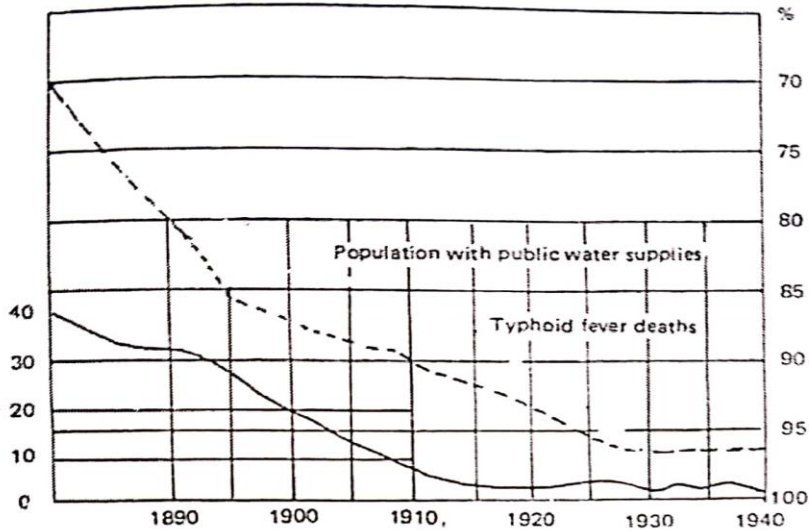
Bagan diatas, terdapat 8 jalur penularan penyakit infeksi, mulai dari sumber sampai manusia (hospes). Satu di antara 8 jalur tersebut adalah air.

1. Sumber — air — manusia.
2. Sumber — air — makanan, susu, sayuran — manusia.
3. Sumber — tangan — manusia.
4. Sumber — tangan— makanan, susu, sayuran — manusia.
5. Sumber — makanan, susu, sayuran — manusia.
6. Sumber — serangga — makanan, susu, sayuran — manusia.
7. Sumber — tanah— makanan, susu, sayuran — manusia.
8. Sumber — tanah— manusia.

Mengingat air dapat berfungsi sebagai penularan penyakit, maka untuk mengurangi timbulnya penyakit atau menurunkan angka kematian tersebut salah satu usahanya adalah meningkatkan penggunaan air minum yang memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitas.

Gambar berikut ini menunjukkan hubungan antara angka kematian karena demam typhus dengan persentase jumlah penduduk yang menggunakan air minum yang memenuhi syarat.

Typhoid fever, deaths per 100.00



Population with public water supplies %

Tabel Jenis dan Penyebab Penyakit yang Ditularkan Melalui Air

No.	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Protozoa :				
1	Amoebiasis (tangan-ke-mulut)	Protozoa (Entamoeba histolytica, Kista)	Limbah yang tidak diolah menjadi air minum, lalat	Perut tidak nyaman, kelelahan, penurunan berat badan, diare, perut kembung, demam
2	Kriptosporidiosis (mulut) Cyclosporiasis	Protozoa (Cryptosporidium parvum) Protozoa parasit (Cyclospora cayetanensis)	Filter air dan membran yang tidak dapat didesinfeksi, kotoran ternak, musiman limpasan air. Limbah yang tidak diolah menjadi air minum	Gejala seperti flu, diare berair, kehilangan nafsu makan, kehilangan berat badan besar, perut kembung, peningkatan gas, mual kram, mual, muntah, nyeri otot, demam, dan kelelahan

No.	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Protozoa :				
3	Giardiasis (oral-fecal) (tangan-ke-mulut)	Protozoa (lamblia Giardia) Kebanyakan parasit usus yang umum	Air tidak diberi desinfeksi, sambungan pipa, kebocoran, air tanah kontaminasi, berkemah di mana manusia dan satwa liar menggunakan sumber air yang sama. Beavers dan muskrat membuat kolam yang berfungsi sebagai reservoir untuk Giardia	Diare ketidaknyamanan, perut kembung
4	Mikrosporidiosis	Filum protozoa (Microsporidia) tetapi terkait erat dengan jamur	Genera intestinalis Encephalitozoon telah terdeteksi dalam air tanah, asal air minum	Diare dan buang di immunocompromised individu
Cacing (Nematoda)				
1	Schistosomiasis (perendaman)	Anggota dari genus Schistosoma	Air tawar terkontaminasi dengan jenis tertentu dari siput yang membawa schistosoma	Ruam atau kulit gatal, demam, menggigil, batuk dan nyeri otot
2	Dracunculiasis (Guinea Worm Disease)	Dracunculus medinensis	Air yang mengandung larva Stagnan	Reaksi alergi, urtikaria ruam, mual, muntah, diare, serangan asma.
3	Taeniasis	Cacing pita dari genus Taenia	Air minum yang tercemar oleh telur Taenia spTaenia	Gangguan usus, manifestasi neurologis, kehilangan berat badan, sistiserkosis
4	Fasciolopsiasis	Fasciolopsis buski	Air minum yang tercemar oleh Metacercaria encysted	Gangguan Gastrointestinal, diare, pembesaran hati, kolangitis, kolesistitis, ikterus obstruktif.
5	Hymenolepiasis (Dwarf Infeksi cacing pita)	Hymenolepis nana	Air minum yang tercemar oleh telur	Sakit perut, penurunan berat badan yang parah, gatal di sekitar manifestasi, saraf anus.

No.	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Cacing (Nematoda)				
6	Onchocerciasis (Sungai kebutaan)	Onchocerca volvulus dan Wolbachia	Lalat hitam terbang gigitan (serangga berkembang biak di air yang bergerak cepat)	Kulit papula, pembengkakan kelenjar getah bening, gatal, pembengkakan wajah, perubahan kulit. Penghancuran jaringan mata menyebabkan kebutaan .
7	Echinococcosis (hidatidosa penyakit)	Echinococcus granulosus	Air minum yang tercemar dengan kotoran (biasanya canid) yang mengandung telur	Pembesaran hati, hidatidosa tekan kista pada saluran empedu dan pembuluh darah, jika kista pecah mereka dapat menyebabkan syok anafilaksis
8	Coenurosis	Multiceps	Air minum yang terkontaminasi dengan telur	Meningkatkan ketegangan intacranial
9	Ascariasis	Ascaris lumbricoides	Air minum yang tercemar dengan kotoran (biasanya canid) yang mengandung telur	Sebagian besar penyakit asimtomatik atau disertai dengan peradangan, demam, dan diare. Kasus yang parah melibatkan sindrom Löffler di paru-paru, mual, muntah, kekurangan gizi, dan keterbelakangan.
10	Enterobiasis	Enterobius vermicularis	Air minum yang tercemar dengan telur	Perih dubur gatal, mudah marah hiperaktif, gelisah dan insomnia
Bakteri				
1		Clostridium botulinum	Bakteri dapat masuk melalui luka terbuka dari sumber air yang terkontaminasi. Dapat memasuki saluran pencernaan dengan mengkonsumsi air minum terkontaminasi atau (lebih umum) makanan	Mulut kering, penglihatan kabur dan / atau ganda, kesulitan menelan, kelemahan otot, kesulitan bernapas, bicara cadel, muntah dan kadang-kadang diare. Kematian biasanya disebabkan oleh kegagalan pemafasan.

No.	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Bakteri				
2	Campylobacteriosis	Paling sering disebabkan oleh <i>Campylobacter jejuni</i>	Air minum yang tercemar oleh kotoran	Menghasilkan disentri seperti gejala bersama dengan demam tinggi. Biasanya berlangsung 2-10 hari.
3	Kolera	Disebarkan oleh bakteri <i>Vibrio cholerae</i>	Air minum yang tercemar oleh bakteri	Dalam bentuk parah itu dikenal sebagai salah satu penyakit paling cepat fatal. Gejala termasuk diare yang sangat berair, mual, kram, mimisan, cepat pulsa, muntah, dan syok hipovolemik (dalam kasus yang parah), di mana titik kematian dapat terjadi dalam 12-18 jam.
4	Infeksi <i>E. coli</i>	Beberapa strain <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> umumnya)	Air yang terkontaminasi dengan bakteri	Sebagian besar diare. Dapat menyebabkan kematian pada immunocompromised individu, sangat muda, dan orang tua karena dehidrasi dari sakit yang berkepanjangan.
5	<i>M. marinum</i> infeksi	<i>Mycobacterium marinum</i>	Tentu terjadi dalam air, kebanyakan kasus dari paparan di kolam renang / akuarium, infeksi jarang karena sebagian besar menginfeksi immunocompromised individu	Gejala termasuk lesi biasanya terletak pada siku, lutut, dan kaki (dari kolam renang) atau lesi pada tangan (akuarium). Lesi bisa menyakitkan.
6	Disentri	Disebabkan oleh sejumlah spesies dalam genera <i>Shigella</i> dan <i>Salmonella</i> , yang paling umum adalah <i>Shigella dysenteriae</i>	Air yang terkontaminasi dengan bakteri	Sering bagian dari kotoran dengan darah dan / atau lendir dan dalam beberapa kasus muntah darah.

No.	Penyakit dan Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Bakteri				
7	Legionellosis (dua bentuk yang berbeda: penyakit Legionnaires 'dan demam Pontiac)	Disebabkan oleh bakteri yang termasuk genus Legionella (90% dari kasus disebabkan oleh Legionella pneumophila)	Air yang terkontaminasi: organisme tumbuh subur di lingkungan air hangat.	Demam Pontiac menghasilkan gejala ringan menyerupai akut influenza tanpa pneumonia. Penyakit Legionnaires 'memiliki gejala berat seperti demam, menggigil pneumonia, (dengan batuk yang kadang-kadang menghasilkan dahak), ataksia, anoreksia, nyeri otot, malaise dan kadang-kadang diare dan muntah
8	Leptospirosis	Disebabkan oleh bakteri dari genus Leptospira	Air yang terkontaminasi oleh urin hewan membawa bakteri	Dimulai dengan gejala seperti flu kemudian berhenti. Tahap kedua kemudian terjadi meningitis, kerusakan hati (penyebab penyakit kuning), dan gagal ginjal
9	Otitis externa (telinga perenang)	Disebabkan oleh sejumlah bakteri dan spesies jamur.	Berenang di air yang terkontaminasi oleh patogen yang bertanggung jawab	Telinga kanal membengkak menyebabkan nyeri dan kelembutan untuk menyentuh
10	Salmonellosis	Disebabkan oleh banyak bakteri dari genus Salmonella	Air minum yang tercemar dengan bakteri. Lebih umum sebagai penyakit makanan ditanggung .	Gejalanya meliputi diare , demam , muntah, dan kram perut
11	Demam tifoid	Salmonella typhi	Konsumsi air yang terkontaminasi dengan tinja orang yang terinfeksi	Didandai dengan demam berkelanjutan hingga 40 ° C (104 ° F), berlimpah berkeringat , diare, kurang umum suatu ruam mungkin terjadi. Gejala maju ke delirium dan limpa dan hati membesar jika tidak diobati. Dalam hal ini dapat bertahan hingga empat minggu dan menyebabkan kematian.

No.	Penyakit & Transmisi	Agent mikroba	Sumber Agent di Air Minum	Gejala Umum
Bakteri				
12	Penyakit Vibrio	Vibrio vulnificus, Vibrio alginolyticus, dan Vibrio parahaemolyticus	Dapat memasukkan luka dari air yang terkontaminasi. Juga mendapat dengan minum air yang tercemar atau makan matang tiram.	Gejala termasuk ledakan, diare, mual berair, muntah, kram perut, dan kadang-kadang demam.
Virus				
1	Infeksi adenovirus	Adenovirus	Benar memanasifasikan dirinya dalam air yang telah diolah	Gejala termasuk gejala flu biasa, pneumonia, croup, dan bronkitis
2	Gastroenteritis	Astrovirus, Calicivirus, adenovirus enterik, dan Parvovirus	Benar memanasifasikan dirinya dalam air yang telah diolah	Gejala termasuk diare, mual, muntah, demam, malaise, dan nyeri perut
3	SARS (Sindrom Pemapasan Akut Parah)	Coronaviruses	Memanifestasikan dirinya dalam air benar diperlakukan	Gejala termasuk demam, mialgia, letargi, pencemaran gejala, batuk, dan sakit tenggorokan
4	Hepatitis A	Hepatitis A virus (HAV)	Dapat memanasifasikan dirinya dalam air (dan makanan)	Gejala hanya akut (tidak kronis panggung untuk virus) dan termasuk demam, sakit perut, mual, diare, penurunan berat badan, gatal, sakit kuning dan depresi.
5	Poliomyelitis (Polio)	Virus polio	Memasuki air melalui kotoran individu yang terinfeksi	90-95% dari pasien tidak menunjukkan gejala, 4-8% memiliki gejala ringan (relatif dengan delirium, sakit kepala, demam, dan sesekali kejang, dan kelumpuhan spastik, 1% memiliki gejala non-lumpuh meningitis aseptik. Sisanya memiliki gejala serius yang berakibat pada lumpuh/mati.
6	Polyomavirus infeksi	Dua dari Polyomavirus: virus JC dan BK virus	Sangat luas, dapat memanasifasikan dirinya dalam air, ~ 80% dari populasi memiliki antibodi untuk Polyomavirus	BK virus menghasilkan ringan infeksi pemapasan dan dapat menginfeksi ginjal dari immunosupresi transplantasi pasien. Virus JC menginfeksi sistem pemapasan, ginjal atau dapat menyebabkan progressive multifocal leukoencephalopathy di otak (yang sangat fatal).

E. Kandungan Bahan Kimia

Air mempunyai sifat melarutkan bahan kimi. *Abel Wolman* menyatakan bahwa air rumusnya adalah : $H_2O + X$, dimana X merupakan zat-zat yang dihasilkan air buangan oleh aktivitas manusia selama beberapa tahun. Dengan bertambahnya aktivitasnya manusia, maka faktor X tersebut dalam air akan bertambah dan merupakan masalah.

Faktor X merupakan zat-zat kimia yang mudah larut dalam air dan dapat menimbulkan masalah sebagai berikut :

- a. Toksisitas
- b. Reaksi-reaksi kimia yang menyebabkan :
 - Pengedapan yang berlebihan
 - Timbulnya busa yang menetap, yang sulit untuk dihilangkan.
 - Timbulnya respon Fisiologis yang tidak diharapkan terhadap rasa atau pengaruh leksatif.
 - Perubahan dari perwujudan fisik air.

Zat-zat kimia yang larut dalam air yang dapat mengganggu bahkan membahayakan kesehatan manusia antara lain : ¹

1. Arsen : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05 mg/l. dikenal sebagai racun; chronic effect, bersifat carcinogenic dengan melalui kontak dengan arsen atau melalui makanan (food intake)
2. Barium : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 1,5 mg/l. dikenal sebagai bahan kimia yang bersifat toxic terhadap hati, aliran darah, nervous.
3. Cadmium : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,01 mg/l. sebagai racun yang akut bagi manusia melalui makanan.

4. Chromium : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05 mg/l. Carcinogenic pada pernafasan. Bersifat kumulatif dalam daging tikus pada kadar mg/l.
5. Lead (Timah Hitam) : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05mg/l. dikenal sebagai racun dengan melalui makanan, air, udara dan menghisap rokok.
6. Mercury (air raksa) : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air minum 0,002 mg/l. dikenal sebagai racun pada pekerja dan ikan. Terdapat di dalam air alam kurang dari 1 mg/l. terdapat di dalam makanan 10-70.
7. Nitrate (nitrat) : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air minum 10 mg/l. air sumur dengan kandungan 15 – 250 mg/l menyebabkan methemoglobinemia pada bayi yang disebabkan karena susu yang dicampur dengan air tersebut.
8. Selenium : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air minum 0,01 mg/l. Dikenal sebagai racun yang berhubungan dengan pekerjaan. Dan menyebabkan keracunan pada anak bila lebih dari 3-4 mg/kg makanan masuk.
9. Silver (perak) : Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air minum 0,05 mg/l. menyebabkan penyakit argria, warna kulit yang kelabu kebiru-biruan, mata.
10. Sulfate : Konsentrasi maksimum yang masih dibolehkan dalam air 250 mg/l. menyebabkan lextive apabila kadarnya berupa magnesium dan sodiums.
11. Besi : Konsentrasi maksimum yang masih

dibolehkan dalam air 0,3 mg/l. Besi berguna untuk metabolisme. Nilai ambang rasa 2 mg/l, menimbulkan warna, menyebabkan timbulnya koloidal yang berwarna dalam air.

12. Tembaga : Konsentrasi maksimum yang masih dibolehkan dalam air 1 mg/l. penting untuk metabolisme. Menyebabkan air mempunyai rasa tertentu. Nilai ambang rasa 1-5 mg/l.
13. Chlorida : Konsentrasi maksimum yang masih dibolehkan dalam air 250 mg/l. Kadar yang berlebihan menyebabkan air asin rasanya. Rasa asin akan bertambah akibat adanya limbah yang mencemari air.
14. Fluor : Kekuatan fluor di dalam air dapat menyebabkan caries gigi, dan kelebihan fluor, menyebabkan penyakit fluor esis. Kadar di dalam air minum 1-2 mg/l.

F. Kegunaan Air Bagi Tubuh Manusia

Tubuh manusia sebagian terdiri dari air, kira-kira 60-70% dari berat badanya. Untuk kelangsungan hidupnya, tubuh manusia membutuhkan air yang jumlahnya antara lain tergantung berat badan. Untuk orang dewasa kira-kira memerlukan air 2.200 gram setiap harinya (WOLF).

Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk : proses pencernaan, metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan. Apabila tubuh kehilangan banyak air, maka akan mengakibatkan kematian. Sebagai contoh : penderita penyakit kolera.

Keadaan yang membahayakan bagi penderita kolera adalah dehidrasi, artinya kehilangan banyak air. Maka pertolongan

pertama dan yang utama bagi penderita kolera adalah pemberian cairan ke dalam tubuh penderita tersebut dengan menggunakan garam oralit.

Untuk menjaga kebersihan tubuh, diperlukan juga air. Mandi dua kali sehari dengan menggunakan air yang bersih, diharapkan orang akan bebas dari penyakit seperti kudis, dermatitis dan penyakit-penyakit yang disebabkan karena fungsi.

-ooOoo-

BAB XI

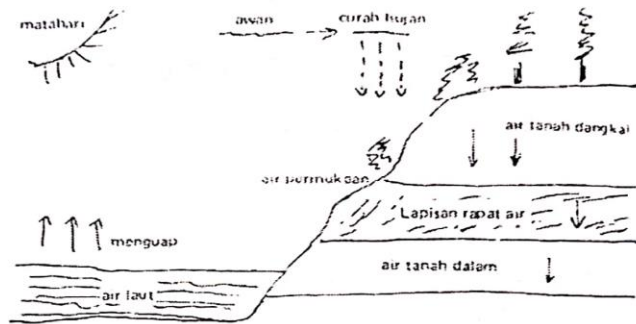
PENYEDIAAN AIR BERSIH

Seperti penulis dikemukakan di muka, bahwa mahluk di dunia ini tanpa terkecuali sangat menggantungkan hidupnya pada air. Untuk manusia, air selain sebagai konsumsi makan dan minum juga diandalkan untuk keperluan pertanian, industri dan lain-lain. Dengan perkembangan peradaban serta semakin bertambahnya jumlah penduduk di dunia ini, dengan sendirinya menambah aktivitas kehidupannya yang mau tidak mau menambah pengotoran atau pencemaran air yang pada hakekatnya dibutuhkan. Padahal beberapa abad yang lalu, manusia dalam memenuhi kebutuhan akan air (khususnya air minum) cukup mengambil dari sumber-sumber air yang ada didekatnya dengan menggunakan peralatan yang sangat sederhana. Namun sekarang ini, khususnya di kota yang sudah langka akan sumber air minum yang bersih tidak mungkin mempergunakan cara demikian. Di mana-mana air sudah tercemar, dan ini berarti harus mempergunakan suatu peralatan yang modern untuk mendapatkan air minum agar terbebas dari berbagai penyakit. Untuk membatasi penguraian selanjutnya, penulis akan membicarakan tentang sumber-sumber air dan syarat-syarat air minum.

A. Sumber Air Minum

Pada prinsipnya, jumlah air di dalam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan "*Cyclus Hydrologis*".

Untuk lebih jelasnya digambarkan sebagai berikut :



Dengan adanya penyinaran matahari, maka semua air yang ada di permukaan bumi akan menguap dan membentuk uap air. Karena adanya angin, maka uap air ini akan bersatu dan berada di tempat yang tinggi yang sering dikenal dengan nama awan. Oleh angin, awan ini akan terbawa makin lama makin tinggi dimana temperatur diatas makin rendah, yang menyebabkan titik-titik air dan jatuh ke bumi sebagai hujan. Air hujan ini sebagian mengalir ke dalam tanah, jika menjumpai lapisan rapat air, maka peresapan akan berkurang, dan sebagian air akan mengalir diatas lapisan rapat air ini. Jika air ini keluar pada permukaan bumi, maka air ini akan disebut mata air. Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi, umumnya berbentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah (cekung) maka air akan terkumpul, membentuk suatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir ke laut kembali dan kemudian akan mengikuti siklus hidrologi ini. Sumber-sumber air :

1. Air laut.
2. Air atmosfer, air meteriologik.
3. Air permukaan.

4. Air tanah.

1. Air Laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini; maka air laut tak memenuhi syarat untuk air minum.

2. Air Atmosfer, *Air Meteriologik*

Dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran.

Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan). Juga air hujan ini mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

3. Air Permukaan

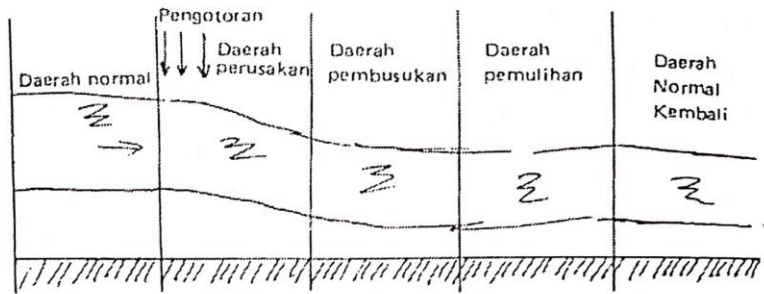
Adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya.

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 bacteriologie.

Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

Udara yang mengandung Oksigen atau gas O_2 akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada

air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan, O_2 akan meresap ke dalam air permukaan.



Panjangnya daerah perusakan ini tergantung pada sifat dan banyak Pengotoran, aliran sungai (cepat atau lambat) suhu/ temperatur, kadar Oksigen yang terlarut.

Air permukaan ada 2 macam yakni :

- a. Air sungai
- b. Air rawa / danau

a. Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

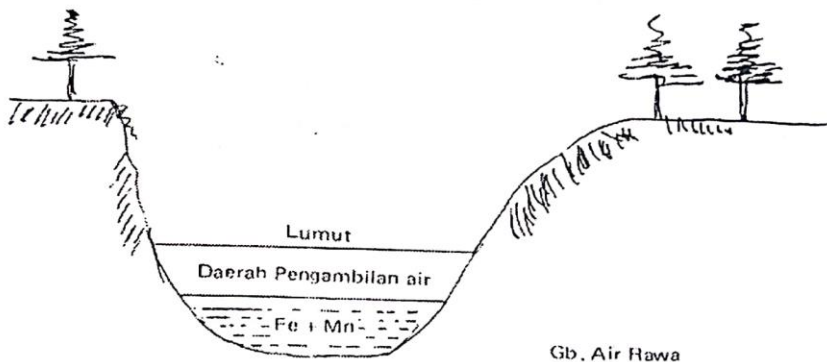
b. Air rawa/danau

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

Dengan adanya pembusukan kadar zat organis 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 ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh algae (lumut) karena adanya sinar matahari dan O_2 .

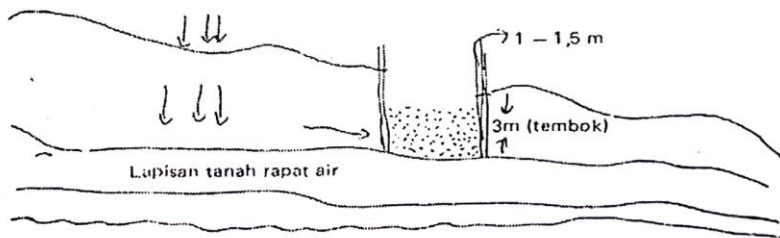
Jadi untuk pengambilan air, sebaiknya pada kedalaman tertentu di tengah-tengah agar endapan Fe dan Mn tak terbawa, demikian pula lumut yang ada pada permukaan rawa/telaga.



4. Air Tanah

Terbagi atas :

- Air tanah dangkal
- Air tanah dalam
- Mata air



a. Air Tanah Dangkal

Terjadi karena daya 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. Lapis tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

Hal-hal yang perlu di ketahui dalam pembuatan sumur dangkal ini adalah :

- 1) Sumur harus diberi tembok rapat air 3,00 m dari muka tanah, agar pengotoran oleh air permukaan dapat dihindarkan.
- 2) Sekeliling sumur harus diberi lantai rapat air selebar 1-1,5 m untuk mencegah terjadinya pengotoran dari luar.
- 3) Pada lantai (sekelilingnya) harus diberi saluran pembuangan air kotor, agar air kotor dapat disalurkan dan tidak akan mengotori sumur ini.
- 4) Pengambilan air sebaiknya dengan pipa kemudian air dipompa ke luar.
- 5) Pada bibir sumur, hendaknya diberi tembok pengaman setinggi 1,00 m.

Air tanah dangkal ini dapat pada kedalaman 15,00 m. sebagai sumur air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Kuantitas kurang cukup

dan tergantung pada musim.

b. Air Tanah Dalam

Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya antara 100 – 300 m) akan didapatkan suatu lapis air.

Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur *artesis*. Jika air tak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakanlah pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

Kualitas dari air tanah dalam :

Pada umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas bakteri.

Susunan 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 harus diadakan pengelolahaan dengan jalan *aerasi* yaitu memberikan kontak dengan udara sebanyak-banyaknya agar $\text{Fe}(\text{OH}_3)$ dan OH_4 mengidap dan kemudian disaring. Air sadah tidak ekonomis dalam penggunaannya, karena :

1) Terlalu boros dalam pemakaian sabun

Hal ini disebabkan karena air sudah mengandung Ca^{++} yang jika bereaksi dengan $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO Na}$ (sabun) akan terjadi endapan $\text{C}_{17}\text{H}_{35}(\text{COO}_2)\text{Ca}$ yang menyebabkan tidak terbentuknya busa sabun.

Setelah Ca habis, barulah busa akan berbentuk.

- 2) Mengganggu pada ketel-ketel air karena terjadi reaksi



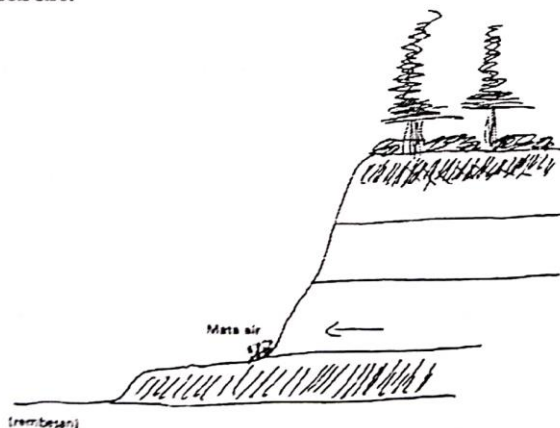
Dengan terjadinya endapan CaCO_3 sebagai batu ketel, maka hal ini sangat mengganggu dalam pemindahan panas (ada beda suhu) sehingga sering terjadi ledakan pada ketel-ketel air atau sumbatan pada pipa-pipa.

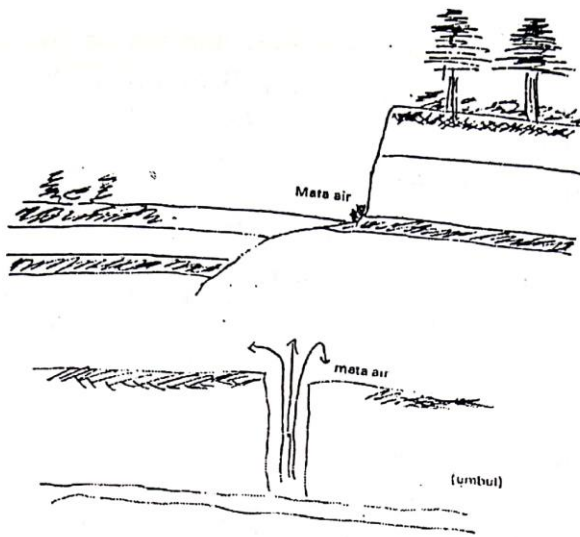
Kualitas pada air tanah pada umumnya mencukupi (tergantung pada lapisan keadaan tanah) dan sedikit pengaruh oleh perubahan musim.

c. Mata Air

Adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari dalam tanah, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kuantitas / kualitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya permukaan tanah) terbagi atas :

- Rembesan, dimana air ke luar dari lereng-lereng.
- Umbul, dimana air ke luar ke permukaan pada suatu dataran.





B. Syarat-Syarat Air Minum

Pada umumnya ditentukan pada beberapa standar (patokan) yang pada beberapa negara berbeda-beda menurut :

- a. Kondisi negara masing-masing.
- b. Perkembangan ilmu pengetahuan
- c. Perkembangan teknologi

Dengan demikian dikenal beberapa standar air minum, antara lain :

1. *American drinking Water Standard.*
2. *British Drinking Water Standard;* agak ketat.
3. *W.H.O. Drinking Water Standard.*

Dari segi kualitas; Air minum harus memenuhi :

1. Syarat Fisik
 - a. Air tak boleh berwarna.
 - b. Air tak boleh berasa.
 - c. Air tak boleh berbau.
 - d. Suhu air hendaknya di bawah sela udara (sejuk $\pm 25^{\circ}\text{C}$).
 - e. Air harus jernih.

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum di mana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya. Kadar (bilangan) yang di syaratkan dan tidak boleh dilampaui adalah sebagai berikut :

Indikator	Kadar (bilangan) yang disyaratkan	Kadar (bilangan) yang tak boleh di lampai
Keasaman sebagai PK	7,0 – 8,5	di bawah 6,5 dan diatas 9,5
Bahan-bahan padat	Tak melebihi 50 mg/l	tak melebihi 1.500 mg/l
Wama (skala Pt CO)	Tak melebihi kesatuan	tak melebihi 50 kesatuan
Rasa	Tak mengganggu	-
Bau	Tak mengganggu	-

2. Syarat-Syarat Kimia

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang ditentukan.

<i>Drinking water Quality Criteria W.H.O.</i>		
PH	7,0	- 8,5
Alkalinity		-
NH3-N ppm	0,5	
NO2-N ppm		-
NO3-N ppm	40	
CL – ppm	200	
SO4 ppm	200	
KmnO4 cons. ppm	10	
T. S. ppm		-
T, Hardness		- 100 – 50
Ca++ ppm	75	
Mg++ ppm	50	
T.Fe ppm	0,3	
T.Mn ppm	0,1	
T.Cu ppm	1,0	
T.Pb ppm	0,1	
T.Cu ppm	1,0	
T.Pb ppm	0,1	
T.Zn ppm	5,0	
T.Cr ppm	0,05	
Cr6+ ppm		-
T.Mg ppm		-
T.As ppm	0,2	
T.FF ppm	1,0	

Drinking water Quality Criteria W.H.O.		
CN ppm	0,01	
Phenol ppm	0,001	
R. Chlorine ppm		-
T.Cd		-
Radjo		-
Activity		- 10-9 c/ml
General		- 10-8 c/ml
Bacteria		-
Colifrom		-
Bacteria		MPN 10 all year

3. Syarat-Syarat Bakteriologik

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan *Coli* melebihi batas-batas yang telah ditentukannya yaitu 1 *Coli*/100 ml. air.

Bakteri golongan *Coli* ini berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah :

- a. Bakteri thypsum
- a. *Vibrio cholerae*
- b. Bakteri dysentriae
- c. *Entamoeba hystolotica*
- d. Bakteri enteritis (penyakit perut).

Air yang mengandung golongan *Coli* dianggap telah berkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia.

Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologik, tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri pathogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan *Coli*.

-ooOoo-

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Menteri Dalam Negeri R.I. Nomor : 23 Tahun 2006 tentang *Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum*, Jakarta: Menteri Dalam Negeri R.I.
- Sutrisno, Totok, C., 2001, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Said, Nusa Idaman, 1999, *Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Peningkatan Kualitas Air*, Jakarta: BPPT.
- Saraswati, Siri Puji, 2000, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MenKes/Per/IX/1990, tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Alearts & Santika, 1984, *Metode Penelitian Air*, Jakarta : PT. Gramedia.
- Reynold D. Tom, 2001, *Unit Operation and Unit Process in Environmental Engineering*, Brocks/Col Engineering Division, Monter California.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995, *Materi*

- Pelatihan Penyehatan Air*, Direktorat Jenderal PPM dan PLP, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Sanropie, Djasio, 1985, *Penyediaan Air Bersih*, Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Soeparman dan Suparmin, 2002, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- v. Elisawati, Indah Nuritasari, Yuyun Manopol, Majalah SWA Sembada, *Ancaman Besar ' Si Air Besar'*, on line <http://www.swa.co.id>, mei 1996
- Rachmad Nugroho, *Diklat II Kimia Lingkungan*, IKIP Malang, 1991
- Srikandi Fardiaz, *Polusi Air dan Udara*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 1992
- Katalyse e.V., Institut für angewandte Umweltforschung. Das Umweltlexikon, Koln Verlag Kiepenheuer 7 Witsch, 1993.
- PPPG IPA, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, *Air – Buku Pegangan Guru*, Bandung, 1992.
- Djoko Sasongko, *Teknik Sumber Daya Air*, Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta,
- Kartasapoetra dan Sutedjo M., 1987. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*, PT. Bina Aksara, Jakarta,
- Sugiharto, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, UI-Press, Jakarta, 1987
- Soedomo Moestikahadi, *Sistem Penyediaan Air Bersih Perpipaian, Studi Kasus Semanu*, Kabupaten Gunung Kidul, jurnal IATPI edisi Oktober-November, 1990
- Rini Wudianto, *Mencegah Erosi*, Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta, 1995.



Makhluk hidup tanpa air tidak akan dapat melangsungkan kehidupannya. Air merupakan kebutuhan dasar makhluk hidup, namun air yang disediakan untuk keperluan sehari-hari, termasuk untuk keperluan MCK, juga dapat memberikan dampak yang merugikan bagi manusia beserta lingkungannya. Keadaan ini terjadi bila air yang tersedia tidak memenuhi syarat kualitas sanitasi dan higiene yang dibutuhkan. Ketidackukupan kualitas, kuantitas, dan aksesibilitas, dapat membuka peluang munculnya penyakit bawaan air ini yang disebut Water Borne Diseases.

Air dapat pula sebagai media tempat hidup kuman penyakit. terjadi air tercemar mikroorganisme yang berkembang biak di alam air (air sebagai agen penyakit). Agens penyakit bawaan air mencakup virus, bakteri, parasit dan zat kimia. Penyakit yang ditimbulkannya antara lain: (1) virus poliomyelitis (polio) dan virus hepatitis A (hepatitis); (2) bakteri, penyakit yang ditimbulkannya antara lain: *Salmonella typhi* (demam tifoid), *shigella spp.* (disentri basiler), dan *vibrio cholera* (kolera); (3) parasit, antara lain: *entamoeba histolytica* (amebiasis atau disentri amuba), *Giardia lamblia* (giardiasis), dan *cryptosporidium parvum* (kriptosporidiosis). Masing-masing penyakit tersebut dapat menimbulkan akibat yang serius (menyebabkan kematian)

Metode penyusunan buku ini adalah dengan penulusuran refensi, baik berupa textbooks, maupun produk hukum (peraturan menteri, standar nasional dan internasional yang terkait), yang selanjutnya dirangkum menjadi buku ini. Sebagai terbitan pertama, buku ini tentunya masih banyak kekurangan, dan untuk masukan dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan pada edisi berikutnya. Semoga buku ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukan.



Rohima-Press

Sewon, Bantul, Yogyakarta

Telp. (0274) 417013

Hp. 081229468900, 081931180900

Email: rohima.press@gmail.com

GROUP DARI CV. RIHAMA-ROHIMA

