

ISBN NO :

MODUL TEORI

MATA KULIAH : PENYEHATAN AIR



DISUSUN OLEH :

1. Hery kusmantoro,ST,MT
2. Beny Suyanto,SPd, MSi
3. Sunaryo,SST,MM.

POLTEKKES KEMENKES SURABAYA
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
PRODI DIPLOMA III KESEHATAN LINGKUNGAN
KAMPUS MAGETAN
TAHUN 2018

VISI MISI

PRODI DIPLOMA III KESEHATAN LINGKUNGAN KAMPUS MAGETAN

A. Visi Program Studi

"Program Studi Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan sebagai rujukan pendidikan tinggi bidang kesehatan lingkungan yang unggul berbasis pemberdayaan masyarakat di bidang sanitasi tahun 2020."

B. Misi Program Studi

1. Melaksanakan integrasi Tridharma Perguruan Tinggi untuk mendukung pengembangan Ilmu pengetahuan dan Teknologi berbasis pemberdayaan masyarakat dibidang Sanitasi yang memiliki moralitas, integritas dan kompetensi yang unggul dan kompetitif.
2. Melaksanakan pengelolaan organisasi dan Sumber Daya Manusia (SDM) di tingkat program Studi D-III Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan yang kredibel, akuntabel, dan transparan.
3. Mengembangkan kerja sama dalam bidang penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan pengelolaan pendidikan yang selaras dengan kebijakan manajemen Direktorat Poltekkes Kemenkes Surabaya.
4. Mengembangkan teknologi tepat guna untuk pemberdayaan masyarakat dibidang sanitasi.

LEMBAR PENGESAHAN

Modul Teori dengan judul :

MODUL TEORI PENYEHATAN AIR

Disusun Oleh :

1. Hery Kusmatoro., MT.
2. Beny Suynato, SPd, MSi.
3. Sunaryo,SST.MM

Telah disusun berdasarkan Rencana Pembelajaran Studi (RPS) dan Kurikulum Pendidikan Tinggi Prodi Diploma III Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan yang dapat digunakan sebagai pedoman pembelajaran mahasiswa.

Magetan, September 2018

Ketua Program Studi
Diploma III Kesehatan Lingkungan
Kampus Magetan

Dosen PJMK

Beny Suyanto, SPd,MSi
NIP. 196401201985031003

Hery Kusmatoro, ST., MT.
NIP. 197007111994031003

KOMPETENSI YANG INGIN DICAPAI

Berdasarkan Kurikulum Pendidikan Tinggi Prodi Diploma III Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan tahun 2014, capaian pembelajaran lulusan meliputi sikap, kemampuan kerja, penguasaan ilmu, hak dan kewajiban. Setelah melakukan praktikum, mahasiswa diharapkan mampu mencapai kompetensi sebagai berikut:

1. Mampu melakukan penyehatan air di permukiman dan di tempat kerja
2. Mampu melakukan pengambilan, pengiriman, pemeriksaan dan analisis sampel air bersih/minum
3. Mampu melakukan penyehatan air (Pengolahan air bersih sederhana dan khusus)
4. Mampu melakukan observasi dan pemantauan kualitas air bersih
5. Mampu melakukan pemberdayaan masyarakat dalam penyediaan air bersih

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk sehingga kami bisa menyelesaikan "**Modul Teori Penyehatan Air**" dengan memperhatikan Rencana Pembelajaran Studi (RPS) dan Kurikulum Pendidikan Tinggi Prodi Diploma III Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan. Modul Teori ini disusun sebagai pedoman proses pembelajaran teori bagi mahasiswa baik itu di kelas untuk menunjang kompetensi mahasiswa di lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan atas dukungannya sehingga modul praktikum ini dapat terselesaikan
2. Ketua Prodi Diploma III Kesehatan Lingkungan Kampus Magetan atas dukungan dan fasilitasnya sehingga modul praktikum ini dapat terselesaikan
3. Tim mengajar mata kuliah Penyehatan Air atas kontribusinya dalam menyelesaikan modul teori ini.

Kami menyadari dalam penyusunan modul teori ini masih terdapat kekurangan, oleh sebab itu kami mengharapkan masukan/saran untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya kepada semua pihak juga kami sampaikan terima kasih atas segala masukan dan saran yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, semoga Allah SWT selalu memberikan kemudahan dan perlindungan.

Mag,etan, September 2018

ttd

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

	Cover	1
	Visi, Misi Prodi D3 Kesling Surabaya	2
	Lembar Pengesahan	3
	Kompetensi Yang Dicapai	4
	Kata Pengantar	5
	Daftar Isi	6
Teori I	Pengertian dan Manfaat Air Bersih	7
Teori II	Fungsi dan Peranan Air Bersih	10
Teori III	Permasalahan Penyediaan Air Bersih	12
Teori IV	Sumber Air Baku dan Karakteristiknya	15
Teori V	Parameter dan Standar Kualitas Air Bersih (Minum)	19
Toeri VI	Prinsip Hidrolika dalam Sistem Penyediaan Air Bersih	23
Teori VII	Menghitung kebutuhan kapasitas air bersih	27
Teori VIII	Konsep Pengolahan Air Bersih	35
Teori IX	Metoda Pemantauan Kualitas Air Bersih	38

TEORI I

PENGERTIAN DAN MANFAAT AIR BERSIH

Setiap hari, kita selalu membutuhkan air. Untuk makan, minum, memasak, mencuci, dll. Karena itu yang kita konsumsi harus mempunyai standart 3B (tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun). Akan tetapi, terkadang atau mungkin sering menemukan air yang keruh, berbau, dan terkadang pula tercampur dengan bahan-bahan berlogam, plastik, zat kimia, ataupun organik. Dan setiap kali akhir muara air selalu berakhir ke sungai. Dan inilah yang membuat air tercemar.

Kenapa? Karena orang-orang pedesaan, atau pinggiran kota, menggunakan air sungai karena hemat air. Dan karena air sungai tercemar, sehingga timbulah penyakit dimana-dimana. Hampir semua makhluk hidup di darat terkena akibatnya, tapi bagi makhluk hidup di air, bisa mati.

Sebuah organisasi PBB, WHO (*World Health Organization*) menyatakan pada judul *The Best of All Things is Water* (Semua Yang Terbaik Adalah Air) menunjukkan bahwa air sangatlah penting bagi seluruh kehidupan dan selalu dipandang sebagai barang yang sangat berharga bagi seluruh makhluk hidup di bumi, sehingga perlu dijaga, dilindungi, dan dilertarikan. Karena itu, kualitas air yang kita gunakan sangat penting untuk diperhatikan. Dan karena itu semua, air memiliki standart kesehatan.

Selain itu, kuantitas unsur-unsur (Ca, Cl, Hg, Cn, Cr, dll) yang terkandung dalam air sangatlah perlu diperhatikan, misal: air untuk minum. Maka unsur-unsur yang terkandung dalam air, harus diperhatikan standart-nya. Tapi, apabila melebihi/kurang dari standar. Maka bisa merugikan kesehatan.

Air sangat erat hubungannya dengan kehidupan manusia, yang berarti besar perannya dalam kesehatan manusia. Di dalam air, bisa saja terdapat Patogenic organisme yang dapat mengganggu kesehatan manusia, seperti; *Salmonella typhi* yang dapat menyebabkan penyakit demam typhoid, *Sighella dysentriae* yang menyebabkan penyakit disentri basiler, *Salmonella paratyphi* yang menyebabkan penyakit demam para typhoid. Di dalam air juga bisa saja terdapat non patogenic organisme yang dapat mengganggu dan menimbulkan kerugian bagi manusia, seperti *Actinomyces* dan *Algae* yang terdapat dalam air kotor dapat menimbulkan rasa dan bau yang tidak diharapkan.

Terlepas dari hal itu, air sangat berguna bagi tubuh manusia. Tubuh manusia sendiri terdiri dari air, kira-kira 60-70 % dari berat badannya. Untuk orang dewasa, kira-kira memerlukan air 2.200 gram setiap harinya. Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk : proses pencernaan, metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga agar tubuh tidak kekeringan. Apabila tubuh kehilangan banyak air, maka akan mengakibatkan kematian. Sebagai contoh : penderita penyakit kolera.

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 hakikatnya dibutuhkan. Padahal beberapa abad yang lalu, manusia dalam memenuhi kebutuhan akan air (khususnya air minum) cukup mengambil dari sumber sumber air yang ada di dekatnya dengan menggunakan peralatan yang sederhana. Namun sekarang ini, khususnya di kotayang sudah langka akan sumber air minum yang bersih tidak mungkin menggunakan cara demikian. Di mana-mana air sudah tercemar, dan ini

berarti harus menggunakan suatu peralatan yang modern untuk mendapatkan air minum agar terbebas dari berbagai penyakit.

Hampir seluruh kegiatan sehari-hari pasti membutuhkan adanya air, apalagi tubuh manusia yang kurang lebih 65% terdiri dari atas air dan setiap harinya harus mengganti 2,50 liter air baru untuk memenuhi kebutuhan air dalam tubuhnya guna melancarkan proses metabolisme tubuh.

Apa itu Air? dan Apa manfaat bagi kehidupan? Pengertian air adalah senyawa kimia yang merupakan hasil ikatan dari unsur hidrogen (H_2) yang bersenyawa dengan unsur oksigen (O) dalam hal ini membentuk senyawa H_2O . Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri.

A. Pengertian Air Bersih dan Air Minum

Berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat dan dapat diminum langsung. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

B. Manfaat Air dalam Kehidupan

1. Bidang kesehatan

- Memperbaiki kemampuan dan daya tahan tubuh
Karena air dapat menaikkan simpanan glycogen, suatu bentuk dari karbohidrat yang tersimpan dalam otot dan digunakan sebagai energi saat Anda bekerja.
- Tahan lapar
Anda juga dapat memanfaatkan efek rasa kenyang dari minum air untuk mencegah makan berlebihan.
- Mengurangi resiko terhadap beberapa macam penyakit
Para peneliti saat ini meyakini bahwa air dapat berperan aktif dalam mengurangi resiko terhadap beberapa penyakit seperti: batu ginjal, kanker saluran kencing, kanker kandung kemih, dan kanker usus besar (colon). Minum cukup air dapat pula menghindari sembelit.
- Melawan masuk angin atau pilek
Antibodi dalam lendir yang melapisi kerongkongan akan melemah apabila dehidrasi (kekurangan air). Air juga dapat berfungsi sebagai ekspektoran yang efektif untuk mengurangi batuk.

Sedangkan Fungsi Air yang utama adalah :

- Membentuk sel-sel baru, memelihara dan mengganti sel-sel yang rusak.
- Melarutkan dan membawa nutrisi-nutrisi, oksigen dan hormon ke seluruh sel tubuh yang membutuhkan.
- Melarutkan dan mengeluarkan sampah-sampah dan racun dari dalam tubuh kita.
- Katalisator dalam metabolisme tubuh.
- Pelumas bagi sendi-sendi.
- Menstabilkan suhu tubuh.

- Meredam benturan bagi organ vital.
2. Bidang pertanian
 - Memberi pengairan pada sawah atau ladang.
 - Penyuplai cairan tumbuhan-tumbuhan.
 3. Bidang industri
Digunakan sebagai bahan baku suatu perindustrian.
 4. Bidang pariwisata
Pantai, laut, dan danau banyak yang dijadikan obyek wisata.
 5. Rumah tangga
 - Air digunakan untuk MCK.
 - Digunakan untuk dikonsumsi.
 - Untuk mencuci baju, piring, dll.
 6. Penghasil energi listrik
Pembangunan kincir air yang memanfaatkan pergerakan aliran air untuk menggerakkan turbin, sehingga dapat menghasilkan energi listrik sebagai energi alternatif selain nuklir yang biasa digunakan masyarakat selama ini.

TEORI II

FUNGSI DAN PERANAN AIR BERSIH

Air merupakan senyawa yang paling penting bagi kehidupan alam semesta, khususnya manusia. Air memberikan berbagai manfaat untuk kelangsungan hidup manusia. Manfaat air bagi kehidupan sehari-hari manusia dirasakan secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung diri manusia sendiri sangat membutuhkan air baik untuk memenuhi kebutuhan air dalam tubuh maupun memenuhi kebutuhan lain seperti mencuci pakaian. Manfaat air juga dibutuhkan secara tidak langsung bagi manusia yaitu melalui hewan dan tumbuhan. Hewan dan tumbuhan adalah dua makhluk hidup lain selain manusia di dunia ini yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Tanpa adanya kedua makhluk ini maka manusia tak akan bisa hidup karena semua makhluk hidup membentuk sistem rantai makanan dimana apabila salah satu tidak ada maka yang lain pun tak bisa hidup. Tanpa tumbuhan manusia tak akan bisa bernafas, tanpa hewan berbagai sumber makanan manusia hilang. Tanpa hewan tumbuhan tak akan bisa tumbuh. Tanpa tumbuhan hewan pun tak akan hidup. Sementara tumbuhan dan hewan pun memerlukan air dalam kehidupannya. Air merupakan senyawa paling penting bagi kelangsungan hidup alam semesta.

Terlihat betapa pentingnya air bagi alam semesta tempat manusia hidup. terlepas dari rantai makanan makhluk hidup yang membuatnya saling tergantung, seperti yang telah disinggung di awal manusia sendiri memiliki berbagai kebutuhan akan air bagi dirinya sendiri secara langsung. Selanjutnya kita akan membahas berbagai penggunaan air tersebut oleh manusia. Tentu pembahasan tentang kebutuhan air oleh manusia tak akan bisa dibahas semua dalam artikel ini karena kebutuhan air oleh manusia tak terhingga. Namun paling tidak kita perlu mengingat beberapa kebutuhan kita akan air untuk membuat kita lebih memanfaatkan air secara bijak dan menjaga air tetap ada dengan kualitas yang seharusnya.

A. Fungsi Air bagi Kehidupan Manusia

Salah satu kebutuhan pokok sehari-hari makhluk hidup di dunia ini yang tidak dapat terpisahkan adalah Air. Tidak hanya penting bagi manusia, Air merupakan bagian yang penting bagi makhluk hidup baik hewan dan tumbuhan. Tanpa air kemungkinan tidak ada kehidupan di dunia ini karena semua makhluk hidup sangat memerlukan air untuk bertahan hidup.

Manusia mungkin dapat hidup beberapa hari akan tetapi manusia tidak akan bertahan selama beberapa hari jika tidak minum karena sudah mutlak bahwa sebagian besar zat pembentuk tubuh manusia itu terdiri dari 73% adalah air. Jadi bukan hal yang baru jika kehidupan yang ada di dunia ini dapat terus berlangsung karena tersedianya Air yang cukup. Dalam usaha mempertahankan kelangsungan hidupnya, manusia berupaya mengadakan air yang cukup bagi dirinya sendiri.

Berikut ini air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia dengan segala macam kegiatannya, antara lain digunakan untuk:

- Keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, cuci dan pekerjaan lainnya,
- Keperluan umum, misalnya untuk kebersihan jalan dan pasar, pengangkutan air limbah, hiasan kota, tempat rekreasi dan lain-lainnya.

- Keperluan industri, misalnya untuk pabrik dan bangunan pembangkit tenaga listrik.
- Keperluan perdagangan, misalnya untuk hotel, restoran, dll.
- Keperluan pertanian dan peternakan.
- Keperluan pelayaran dan lain sebagainya.

Oleh karena itulah air sangat berfungsi dan berperan bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Penting bagi kita sebagai manusia untuk tetap selalu melestarikan dan menjaga agar air yang kita gunakan tetap terjaga kelestariannya dengan melakukan pengelolaan air yang baik seperti penghematan, tidak membuang sampah dan limbah yang dapat membuat pencemaran air sehingga dapat mengganggu ekosistem yang ada.

B. Peran Air bagi Kehidupan Manusia

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorangpun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Selain itu, air juga dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi, dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain. Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat juga ditularkan dan disebarkan melalui air. Kondisi tersebut tentunya dapat menimbulkan wabah penyakit dimana-mana.

Volume air dalam tubuh manusia rata-rata 65% dari total berat badannya, dan volume tersebut sangat bervariasi pada masing-masing orang, bahkan juga bervariasi antara bagian-bagian tubuh seseorang. Beberapa organ tubuh manusia yang mengandung banyak air, antara lain, otak 74,5%, tulang 22%, ginjal 82,7%, otot 75,6%, dan darah 83%.

Setiap hari kurang lebih 2.272 liter darah dibersihkan oleh ginjal dan sekitar 2,3 liter diproduksi menjadi urine. Selebihnya diserap kembali masuk ke aliran darah. Dalam kehidupan sehari-hari, air dipergunakan antara lain untuk keperluan minum, mandi, memasak, mencuci, membersihkan rumah, pelarut obat, dan pembawa bahan buangan industri.

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat.

TEORI III

PERMASALAHAN PENYEDIAAN AIR BERSIH

Setiap musim kemarau, selalu muncul masalah kekeringan yang melanda Indonesia. Salah satu provinsi yang mengalami kekeringan pada satu bulan terakhir adalah Jawa Tengah. Kekeringan telah melanda sembilan kabupaten yang meliputi 530 desa. Kabupaten yang mengalami kekeringan antara lain Banjarnegara, Blora, Boyolali, Demak, Grobogan, Pati, Purbalingga, Temanggung, dan Kabupaten Wonogiri. Kekeringan ini bahkan sering terjadi pada kemarau normal untuk beberapa daerah seperti Nusa Tenggara. Krisis air ini sering dianggap bukan permasalahan yang krusial, padahal permasalahan krisis air ini memiliki potensi konflik yang luar biasa di masa depan, khususnya bagi penduduk di pulau Jawa dan Bali. Tindakan pengendalian untuk mengatasi masalah krisis air juga masih dilakukan dengan pendekatan simptomatik dengan gaya instan. Ketika kekeringan terjadi, maka penyelesaiannya hanya dengan distribusi air bersih melalui tangki air, penyediaan pompa, pembiran air dan perbaikan jaringan irigasi. Gaya pendekatan seperti ini sebenarnya tidak menyentuh pada akar permasalahan secara menyeluruh. Sebaliknya masalah yang dihadapi akan muncul secara berulang-ulang dan dalam intensitas yang semakin meningkat.

Berdasarkan data dari Kementerian Riset dan Teknologi, pada tahun 2000 secara nasional ketersediaan air permukaan hanya mencukupi 23% dari kebutuhan penduduk. Sementara itu Pulau Jawa dan Bali kondisinya sudah defisit air sejak tahun 1995. Saat musim kemarau di Jawa terjadi defisit air sekitar 130 ribu juta meter kubik per tahunnya. Maka tidak aneh jika setiap musim kemarau di Jawa dan Bali seringkali terjadi krisis air di beberapa daerah.

Krisis air tersebut menyebabkan terganggunya stabilitas ketersediaan air bagi masyarakat. Banyak masyarakat yang kesulitan mendapatkan akses air sehingga harus berjalan berkilo-kilo untuk mendapatkan air. Air yang didapat pun tak jarang memiliki kualitas dibawah standar. Penyediaan air minum di Indonesia masih menjadi sesuatu yang kompleks.

Di Indonesia, salah satu kendala utama dalam penyediaan air bersih adalah terbatasnya pasokan air. Sebagian besar PDAM beroperasi dengan mengandalkan air baku dari air sungai. Sementara sungai yang ada sudah banyak mengalami degradasi yang disebabkan kerusakan DAS, masalah antropogenik, dan melemahnya perlindungan terhadap sungai. Faktor perubahan iklim juga menyebabkan trend (kecenderungan) debit sungai mengecil secara signifikan. Sungai Bengawan Solo turun hingga 44,18 m³/det, Sungai Serayu turun hingga 45,76 m³/det, dan sungai Cisadane turun hingga 45,10 m³/det.

Pada musim kemarau, debit aliran dasar (base flow) sungai cenderung sangat rendah sehingga mengakibatkan permasalahan baru seperti intrusi air laut, krisis air, dan konflik dengan pengguna lain seperti untuk pertanian. Tidak hanya kuantitas, dari segi kualitas pun mengalami penurunan. Berdasarkan data kementerian riset dan teknologi, sekitar 70% PDAM di Indonesia mengalami penurunan kualitas air.

Teknologi NTP (Natural Treatment plant) yang diterapkan di Jerman

Penyediaan air minum di Indonesia sudah tidak bisa dikelola dengan sistem *bussines as usual*. Mengambil air dari sungai, mengolah, dan mendistribusikan kepada masyarakat. Dengan menurunnya kualitas dan kuantitas

air sungai yang mengalami degradasi akan menyebabkan biaya operasional akan lebih tinggi. Hal ini akan berimbas dengan tingginya biaya yang dibebankan kepada konsumen. Sehingga diperlukan inovasi teknologi untuk mengatasi masalah ini.

Sutopo Purwo Nugroho, Peneliti Utama Bidang Hidrologi dan Konservasi Tanah di BPPT & Kepala Pusat Data, Informasi, dan Humas BNPB untuk sebuah media massa nasional di Jakarta menjelaskan, salah satu teknologi yang perlu dikembangkan adalah *Natural Treatment Plant* (NTP), yakni menyadap air langsung dari akuifer di dalam tanah dan mendistribusikan ke hilir. Lapisan akuifer di daerah pegunungan digali atau dicoblos dengan pipa-pipa dan dibuat terowongan bawah tanah. Pada terowongan tersebut disediakan lubang-lubang untuk masuknya air tanah. Pengambilannya dilakukan seperti sumur biasa yang lazim ditemui di Indonesia. Pipa-pipa horizontal yang menyebar mengelilingi dasar sumur dipasang sepanjang 60 meter sehingga memperbesar kapasitas penyadapan. Air sadapan tersebut akan ditampung di reservoir untuk didistribusikan ke kota atau daerah

Konsep ini banyak diterapkan di Jerman. Sekitar 80% air minum dipasok dari air tanah dan mata air yang disadap dengan teknologi NTP sehingga jarang ditemukan instalasi penjernih air di Jerman. Di kota Munich, penyediaan air melalui NTP mampu mengalirkan air hingga 6,5 m³/detik untuk mencukupi 1,5 juta jiwa dan industri. Pada penerapannya, Daerah Tangkapan Air (DTA) harus diawasi secara serius. DTA seluas 6000 ha yang sebagian milik pemerintah dan sebagian milik penduduk yang umumnya adalah peternak, dijaga dari pencemaran lingkungan. Petani dilarang menggunakan pupuk kimia di DTA dan sebagai gantinya pemerintah memberikan kompensasi subsidi 250 euro per hektar dan petani diperbolehkan mengambil pupuk kompos yang diproduksi secara lokal.

Keuntungan yang diperoleh sangat besar, karena tidak membutuhkan bahan kimia untuk mengolah air minum. Selain itu tidak diperlukan pompa distribusi karena letak reservoir berada di pegunungan. Kualitas air yang dihasilkan sekelas natural mineral water. Kualitas dan kontinuitas terjamin, dan DTA dapat dikonservasi.

Indonesia sebagai negeri yang memiliki banyak gunung api aktif maupun non aktif sangat berpotensi untuk mengembangkan NTP. Topografi pegunungan dan perbukitan yang banyak tersebar berpotensi menjadi menara air yang sangat besar. Namun pemanfaatan teknologi pencoblosan akuifer masih sering diabaikan. Tidak aneh jika para pakar Jerman, diantaranya Prof. Dr. Cembrowicz dari Universitas Karlsruhe mengatakan "Bagi Pulau Jawa yang memiliki banyak daerah gunung api dan pegunungan dengan curah hujan yang tinggi, seharusnya tidak perlu mengalami kesulitan air. Justru fenomena aneh yang ada. Air yang begitu jernih keluar dari mata air dengan melimpah, kemudian mengalir ke sungai dan dicemari oleh limbah pertanian, domestik, industri, sampah hingga berwarna coklat dan berbau. Lalu diambil untuk air baku, diolah, didistribusikan, dan dikonsumsi oleh masyarakat. Mengapa tidak diambil di mata air saja dengan disadap lalu didistribusikan ke bawah?"

Dengan kondisi seperti ini, air menjadi sesuatu yang langka dan jika kita meminum air yang tidak murni, meskipun di dalamnya terdapat mineral yang diperlukan manusia, hal ini akan membuat tubuh kita seperti *filter* alami. Dengan sendirinya, tubuh kita akan menyaring racun dan polutan yang telah mencemari air yang kita minum.

Penyediaan air bersih kepada masyarakat memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan lingkungan atau kesehatan masyarakat, yang memiliki peran dalam mengurangi jumlah orang dengan penyakitnya, terutama penyakit yang

berhubungan dengan air, dan berperan penting dalam meningkatkan standar atau tingkat (kualitas) hidup. Sampai saat ini, penyediaan air bersih bagi masyarakat masih dihadapkan pada beberapa masalah yang kompleks dan sampai sekarang belum dapat sepenuhnya diatasi. Salah satu masalah yang kita hadapi saat ini adalah masih rendahnya tingkat pelayanan air kepada masyarakat. Sehingga, hal itu akan memiliki efek pada kesehatan manusia.

Ada dua masalah utama yang menyebabkan kualitas air yang buruk di Indonesia.

- Masalah pertama adalah kurangnya kesadaran masyarakat di Indonesia tentang lingkungan. Masih banyak penduduk selalu mengarah pada kualitas air yang buruk di Indonesia, terutama pada sumber daya air yang seharusnya menjadi sumber mata pencaharian.
- Masalah kedua, adalah alokasi anggaran yang ada di daerah yang digunakan untuk meningkatkan pelayanan air bersih dan sanitasi masih sangat minim.

Dua masalah utama di atas, tampaknya tidak ada habisnya. Bahkan dari tahun ke tahun bertambah kompleks untuk ditangani.

TEORI IV

SUMBER AIR BAKU DAN KARAKTERISTIKNYA

A. Sumber-Sumber Air

1. Pengertian Air

Air adalah senyawa kimia yang merupakan hasil ikatan dari unsur hidrogen (H_2) yang bersenyawa dengan unsur oksigen (O_2) dalam hal ini membentuk senyawa H_2O . Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri.

Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu meminum minimal sebanyak 1,5–2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat – zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Misalnya untuk melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluh-pembuluh darah yang ada disekitar alveoli.

Berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat dan dapat diminum langsung. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

2. Sumber-Sumber Air

a. Air Laut

Air laut mempunyai rasa asin, karena mengandung garam $NaCl$. Kadar garam $NaCl$ dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, air laut tidak memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai air minum.

b. Air Atmosfir atau Air Meteriologik

Karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri tebu atau 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.

Dalam kehidupan sehari-hari air ini dikenal sebagai air hujan. Dapat terjadi pengotoran dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran – kotoran industri/debu dan lain sebagainya tetapi dalam keadaan murni sangat bersih, Sehingga untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya tidak menampung air hujan pada saat hujan baru turun, karena masih mengandung banyak kotoran.

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

c. Air Permukaan

Air permukaan sering kali merupakan sumber air yang paling tercemar, baik karena kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lainnya. Air permukaan meliputi Air permukaan ada dua macam; air sungai dan air rawa atau danau. Pada umumnya air ini mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota, dan lain sebagainya.

1) Air Sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang sangat tinggi.

2) Air Rawa atau 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.

d. Air Tanah

Menurut Chandra (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan lingkungan, pengertian air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan terjadinya kesadahan pada air.

Kesadahan pada air ini akan menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tinggi. Zat-zat mineral tersebut antara lain kalsium, magnesium, dan logam berat seperti besi dan mangan.

1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal adalah air tanah yang terjadi dari air hujan yang meresap ke dalam tanah dan berkumpul di atas lapisan kedap air (impermeabel) yang paling dekat ke permukaan bumi. Kedalaman air tanah freatik pada setiap tempat berbeda-beda.

Di daratan rendah, pada umumnya permukaan air tanahnya dangkal. Makin tinggi permukaan tanah, makin dalam letak air tanahnya. Akibatnya, kedalaman air tanah di berbagai tempat tidak sama. Ketidaksamaan ini mungkin juga akibat jenis tanah dan struktur tanah yang berbeda, dan juga mungkin karna faktor musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan.

2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam dikenal juga dengan air artesis. Air ini terdapat diantara dua lapisan kedap air. Lapisan diantara dua lapisan kedap air tersebut disebut lapisan akuifer. Lapisan tersebut banyak menampung air. Jika lapisan kedap air retak, secara alami air akan keluar ke permukaan. Air yang memancar ke permukaan disebut mata air artesis.

Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus 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 tidak dapat ke luar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

3) Mata Air

Mata air merupakan air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya ke permukaan tanah) mata air dapat dibedakan atas :

1. Mata Air Rembesan, yaitu mata air yang airnya keluar dari lereng-lereng
2. Umbul, yaitu mata air dimana airnya keluar ke permukaan pada suatu dataran.

B. KARAKTERISTIK AIR

1. Karakteristik Secara Fisik

- a. Temperatur/suhu berpengaruh terhadap reaksi kimia, reduksi kelarutan gas.
- b. Rasa dan bau diakibatkan oleh senyawa-senyawa lain dalam air seperti gas H_2S , NH_3 , senyawa fenol, dll.
- c. Warna : air yang murni tidak berwarna, bening dan jernih, adanya warna pada air menunjukkan adanya senyawa lain yang masuk ke dalam air
- d. Turbiditas/kekeruhan karena adanya bahan dalam bentuk koloid dari partikel yang kecil, dan atau adanya pertumbuhan mikroorganisme.
- e. Solid disebabkan oleh senyawa organik maupun anorganik dalam bentuk suspensi (larut). Jumlah total kandungan bahan terlarut = TDS (Total dissolve solid), sedangkan bahan yang tidak terlarut (terpisah dengan filtrasi atau sentrifugasi) = Suspended Solid (SS).

2. Karakteristik Secara Kimia :

- a. pH, konsentrasi H^+
- b. Potensial oksidasi – reduksi
- c. Alkalinitas
- d. Asiditas
- e. Kesadahan
- f. Dissolved Oxygen (DO)
- g. Biological oxygen Demand (BOD)
- h. Nitrogen (organik, anorganik)
- i. Pospat
- j. Klorida

3. Karakteristik Secara Biologi

Organisme yang ditemukan dalam perairan: bakteri, virus, algae, jamur, mikroinvertebrata (protozoa, serangga, cacing, dll). Karakteristik biologi ditentukan dengan parameter yang disebut indeks biotik. Indeks ini menunjukkan ada tidaknya organisme. Indeks Biotik = $2(n \text{ Klas } 1) + n \text{ Klas } 2$
 n = banyaknya species
Klas 1 = Organisme klas 1, toleran pada polusi organik yang tidak besar.
Klas 2 = Organisme klas 2, toleran pada polusi

organik, tetapi tidak dalam kondisi anaerob. Indeks yang lain (Indeks penyebaran)

Indeks Penyebaran/D

$$D = n1/n2 \log n1/n2$$

Keterangan : n1 = banyaknya individu per taxon

n2 = banyaknya (jumlah) total taxon dalam sampel

Penentuan kualitas air dapat pula diukur berdasarkan Indeks pencemar Biologis (IPB) atau Biologis Indices of Pollution (BIP).

$$IPB = \frac{A}{A+B} \times 100$$

A = kelompok mikroba berklorofil

B = kelompok mikroba tanpa klorofil

Nilai IPB :

0-8 : air bersih/jernih

9-20 : air tercemar

21-60 : air tercemar

61-100 : air tercemar berat

Syarat air untuk keperluan rumah tangga terutama air minum menurut ketentuan WHO harus memenuhi :

- Persyaratan fisik : bersih, jernih, tidak berbau, tidak berasa dan sejuk
- Persyaratan kimia : tidak mengandung senyawa beracun, senyawa atau materi yang membahayakan kesehatan.
- Persyaratan mikrobiologi : tidak mengandung kelompok mikroba patogen (*Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium*) penyebab disentri, kholera, dan tifus, serta kelompok mikroba pencemar (bakteri coliform).

Berdasarkan kehadiran bakteri coli pada air minum, WHO membagi kualitas air menjadi 4 kelas :

- Kelas utama sangat memuaskan : sama sekali tidak mengandung bakteri coli.
- Kelas dua memuaskan : terdapat 1-2 sel bakteri coli/100 ml.
- Kelas tiga diragukan : mengandung 3 - 10 sel bakteri coli/100 ml.
- Kelas empat jelek/kotor : terdapat lebih dari 10 bakteri coli/100 ml.

Di dalam air yang dianggap bersih terdapat sekumpulan mikroba yang bekerja :

- Kelompok bakteri besi : mengoksidasi senyawa ferro menjadi ferri (Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}) misal : *Crenothrix*, *Gallionella*, *Sphaerotilus*.
- Bakteri sulfur mereduksi senyawa sulfat menjadi H_2S (SO_4 , H_2S) Kehadiran bakteri besi dan sulfur akan menimbulkan bau yang tidak sedap, perubahan warna perairan, dan berlendir atau terbentuk filamen karena pembentukan koloni.
- Mikroalgae : menimbulkan bau amis, dan blooming.

Pada air kotor (tercemar) mengandung semua kelompok mikroba pada air bersih:

- Kelompok bakteri patogen dan penghasil racun : *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Clostridium*, *Pseudomonas*.
- Kelompok bakteri pencemar : bakteri coli.
- Kelompok bakteri pengurai : sebagai dekomposer senyawa-senyawa organik dalam air termasuk korosi.

TEORI V

PARAMETER DAN STANDAR KUALITAS AIR BERSIH

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Sedangkan kuantitas menyangkut jumlah air yang dibutuhkan manusia dalam kegiatan tertentu. Air adalah materi esensial didalam kehidupan, tidak ada satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan air. Sebagian besar tubuh manusia itu sendiri terdiri dari air. Tubuh manusia rata-rata mengandung air sebanyak 90 % dari berat badannya. Tubuh orang dewasa, sekitar 55-60%, berat badan terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65% dan untuk bayi sekitar 80% . Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan mereka. Sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, di antaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan, dan sebagainya serta kualitas biologi diman air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu.

Air sebagai materi esensial dalam kehidupan tampak dari kebutuhan terhadap air untuk keperluan sehari-hari di lingkungan rumah tangga ternyata berbeda-beda di setiap tempat, setiap tingkatan kehidupan atau setiap bangsa dan negara. Semakin tinggi taraf kehidupan seseorang semakin meningkat pula kebutuhan manusia akan air. Jumlah penduduk dunia setiap hari bertambah, sehingga mengakibatkan jumlah kebutuhan air (Suriawiria,1996:

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai Air Bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Bagi manusia kebutuhan akan air sangat mutlak karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang jumlahnya sekitar 73% dari bagian tubuh. Air di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pengangkut dan pelarut bahan-bahan makanan yang penting bagi tubuh. Sehingga untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya manusia berupaya mendapatkan air yang cukup bagi dirinya (Suharyono, 1996). Dalam menjalankan fungsi kehidupan sehari-hari manusia amat tergantung pada air, karena air dipergunakan pula untuk mencuci, membersihkan peralatan, mandi, dan lain sebagainya. Manfaat lain dari air berupa pembangkit tenaga, irigasi, alat transportasi, dan lain sebagainya yang sejenis dengan ini. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air makin meningkat.

Kebutuhan air yang paling utama bagi manusia adalah air minum. Menurut ilmu kesehatan setiap orang memerlukan air minum hidup 2-3 minggu tanpa makan tetapi hanya dapat bertahan 2-3 hari tanpa air minum (Suripin, 2002). Air merupakan faktor penting dalam pemenuhan kebutuhan vital bagi makhluk hidup diantaranya sebagai air minum atau keperluan rumah tangga lainnya. Air yang digunakan harus bebas dari kuman penyakit dan tidak mengandung bahan beracun.

Sumber air minum yang memenuhi syarat sebagai air baku air minum jumlahnya makin lama makin berkurang sebagai akibat ulah manusia sendiri baik sengaja maupun tidak disengaja.

Upaya pemenuhan kebutuhan air oleh manusia dapat mengambil air dari dalam tanah, air permukaan, atau langsung dari air hujan. Dari ke tiga sumber air tersebut, air tanah yang paling banyak digunakan karena air tanah memiliki beberapa kelebihan di banding sumber-sumber lainnya antara lain karena kualitas airnya yang lebih baik serta pengaruh akibat pencemaran yang relatif kecil.

Akan tetapi air yang dipergunakan tidak selalu sesuai dengan syarat kesehatan, karena sering ditemui air tersebut mengandung bibit ataupun zat-zat tertentu yang dapat menimbulkan penyakit yang justru membahayakan kelangsungan hidup manusia. Berdasarkan masalah di atas, maka perlu diketahui kualitas air yang bisa digunakan untuk kebutuhan manusia tanpa menyebabkan akibat buruk dari penggunaan air tersebut. Kebutuhan air bagi manusia harus terpenuhi baik secara kualitas maupun kuantitasnya agar manusia mampu hidup dan menjalankan segala kegiatan dalam kehidupannya.

Ditinjau Dari Segi Kualitas (Mutu) Air Secara langsung atau tidak langsung pencemaran akan berpengaruh terhadap kualitas air. Sesuai dengan dasar pertimbangan penetapan kualitas air minum, usaha pengelolaan terhadap air yang digunakan oleh manusia sebagai air minum berpedoman pada standar kualitas air terutama dalam penilaian terhadap produk air minum yang dihasilkannya, maupun dalam merencanakan sistem dan proses yang akan dilakukan terhadap sumber daya air

A. Persyaratan Kualitas Air

Parameter Kualitas Air yang digunakan untuk kebutuhan manusia haruslah air yang tidak tercemar atau memenuhi persyaratan fisika, kimia, dan biologis.

1. Syarat fisik, antara lain:

Air yang berkualitas harus memenuhi persyaratan fisika sebagai berikut:

- a. Jernih atau tidak keruh
Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran koloid dari tanah liat. Semakin banyak kandungan koloid maka air semakin keruh.
- b. Tidak berwarna
Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih. Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan.
- c. Rasanya tawar
Secara fisika, air bisa dirasakan oleh lidah. Air yang terasa asam, manis, pahit atau asin menunjukkan air tersebut tidak baik. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air, sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.
- d. Tidak berbau
Air yang baik memiliki ciri tidak berbau bila dicium dari jauh maupun dari dekat. Air yang berbau busuk mengandung bahan organik yang sedang mengalami dekomposisi (penguraian) oleh mikroorganisme air.
- e. Temperaturnya normal
Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa, yang dapat membahayakan kesehatan dan menghambat pertumbuhan mikro organisme.
- f. Tidak mengandung zat padatan

Air minum mengandung zat padatan yang terapung di dalam air

2. Syarat kimiawi, antara lain:

1) pH (derajat keasaman)

Penting dalam proses penjernihan air karena keasaman air pada umumnya disebabkan gas Oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan tetapi dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang sangat mengganggu kesehatan.

2) Kesadahan

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan nonkarbonat (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan Kalsium dan Magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan nonkarbonat (permanen) disebabkan oleh sulfat dan karbonat, Chlorida dan Nitrat dari Magnesium dan Kalsium disamping Besi dan Aluminium. Konsentrasi kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air. Dalam jumlah yang lebih kecil magnesium dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual.

3) Besi

Air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan diperairan umum. Batas maksimal yang terkandung didalam air adalah 1,0 mg/l

4) Aluminium

Batas maksimal yang terkandung didalam air menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 82 / 2001 yaitu 0,2 mg/l. Air yang mengandung banyak aluminium menyebabkan rasa yang tidak enak apabila dikonsumsi.

5) Zat organik

Larutan zat organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energi lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan

6) Sulfat

Kandungan sulfat yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan kerak air yang keras pada alat merebus air (panci / ketel) selain mengakibatkan bau dan korosi pada pipa. Sering dihubungkan dengan penanganan dan pengolahan air bekas.

7) Nitrat dan nitrit

Pencemaran air dari nitrat dan nitrit bersumber dari tanah dan tanaman. Nitrat dapat terjadi baik dari NO₂ atmosfer maupun dari pupuk-pupuk yang digunakan dan dari oksidasi NO₂ oleh bakteri dari kelompok Nitrobacter. Jumlah Nitrat yang lebih besar dalam usus cenderung untuk berubah

menjadi Nitrit yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobine dalam daerah membentuk methaemoglobine yang dapat menghalang perjalanan oksigen didalam tubuh

3. Syarat mikrobiologi, antara lain:

Tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit. Seperti kita ketahui jika standar mutu air sudah diatas standar atau sesuai dengan standar tersebut maka yang terjadi adalah akan menentukan besar kecilnya investasi dalam pengadaan air bersih tersebut, baik instalasi penjernihan air dan biaya operasi serta pemeliharannya. Sehingga semakin jelek kualitas air semakin berat beban masyarakat untuk membayar harga jual air bersih. Dalam penyediaan air bersih yang layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat banyak mengutip Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/Men.Kes/Per/VII/1977, penyediaan air harus memenuhi kuantitas dan kualitas, yaitu:

- a. Aman dan higienis.
- b. Baik dan layak minum.
- c. Tersedia dalam jumlah yang cukup.
- d. Harganya relatif murah atau terjangkau oleh sebagian besar masyarakat

Parameter yang ada digunakan untuk metode dalam proses perlakuan, operasi dan biaya. Parameter air yang penting ialah parameter fisik, kimia, biologis dan radiologis yaitu sebagai berikut:

Parameter Air Bersih secara Fisika :

1. Kekeruhan
2. Warna
3. Rasa & bau
4. Endapan
5. Temperatur

Kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar dapat terhindar dari berbagai penyakit maupun gangguan kesehatan yang dapat disebabkan oleh air. Untuk mengetahui kualitas air tersebut, perlu dilakukan pemeriksaan laboratorium yang mencakup antara lain pemeriksaan bakteriologi air, meliputi *Most Probable Number* (MPN) dan angka kuman. Pemeriksaan MPN dilakukan untuk pemeriksaan kualitas air minum, air bersih, air badan, air pemandian umum, air kolam renang dan pemeriksaan angka kuman pada air PDAM.

Khusus untuk air minum, disyaratkan bahwa tidak mengandung bakteri patogen, misalnya bakteri golongan *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera*. Kuman-kuman ini mudah tersebar melalui air (*Transmitted by water*) dan tidak mengandung bakteri non-patogen, seperti *Actinomyces* dan *Cladocera*

TEORI VI

PRINSIP HIDROLIKA DALAM SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Definisi Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari suatu pola pergerakan, distribusi serta kualitas air. Dalam wikipedia dijelaskan Hidrologi (berasal dari Bahasa Yunani: Υδρολογία, Υδωρ+Λογος, Hydrologia, "ilmu air") adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Orang yang ahli dalam bidang hidrologi disebut hidrolog, bekerja dalam bidang ilmu bumi dan ilmu lingkungan, serta teknik sipil dan teknik lingkungan.

Hidrologi

Kajian dalam ilmu hidrologi meliputi hidrometeorologi (air yang berada di udara dan berwujud gas), potamologi(aliran permukaan),limnologi (air permukaan yang relatif tenang seperti danau; waduk) geohidrologi(air tanah), dan kriologi(air yang berwujud padat seperti es dan salju) dan kualitas air. Penelitian Hidrologi juga memiliki kegunaan lebih lanjut bagi teknik lingkungan, kebijakan lingkungan, serta perencanaan. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan. - wikipedia

Ilmu Hidrologi dapat menyediakan informasi serta cara untuk memprediksi dan mencegah banjir serta distribusi kebutuhan aliran dan lain-lain.

Hidrolika

Sedang dalam Hidrolika merupakan bagian dari "hidrodinamika" berhubungan dengan gerak air serta mekanika aliran. Secara garis besar aliran terbagi menjadi dua yaitu aliran dengan saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Perbedaan keduanya adalah pada keberadaan permukaan bebas.

- **aliran saluran terbuka** : mempunyai permukaan bebas dan tidak terisi air diseluruh penampang, dengan ciri berhubungan langsung dengan atmosfer, seperti sungai, kanal, gorong-gorong, maka alirannya disebut Aliran saluran terbuka atau disebut Aliran permukaan bebas.
- **aliran saluran tertutup** : tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran, dengan ciri mempunyai penampang penuh seperti aliran melalui suatu pipa, disebut Aliran saluran tertutup atau disebut Aliran penuh.

Berikut jenis-jenis aliran berdasarkan waktu dan ruang pemantauan :

Berdasarkan waktu pemantauan adalah :

- Aliran Tunak (Steady Flow)
- Aliran Taktunak (unsteady Flow)

Berdasarkan ruang pemantauan adalah :

- Aliran Seragam (Uniform flow)
- Aliran Berubah (Varied flow)

- Aliran Berubah Cepat (Rapidly Varied Flow)
- Aliran Berubah Lambat (Gradually varied flow)

Hidrolika adalah bagian dari “hidrodinamika” yang terkait dengan gerak air atau mekanika aliran.



Ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Dua macam aliran tersebut dalam banyak hal mempunyai kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan penting. Perbedaan tersebut adalah pada keberadaan permukaan bebas, aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas, sedangkan aliran saluran tertutup tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran.

Dengan demikian aliran saluran terbuka mempunyai permukaan yang berhubungan dengan atmosfer, sedang aliran saluran tertutup tidak mempunyai hubungan langsung dengan tekanan atmosfer. Seperti yang telah kita ketahui, air mengalir dari hulu ke hilir (kecuali ada gaya yang menyebabkan aliran ke arah sebaliknya) sampai mencapai suatu elevasi permukaan air tertentu, misalnya :

- Permukaan air di danau,
- Permukaan air di laut

Perjalanan air dapat juga ditambah oleh bangunan-bangunan yang dibuat oleh manusia, seperti :

- Saluran Irigasi,
- Pipa,
- Gorong-gorong,
- Saluran buatan yang lain atau kanal

Walau pada umumnya perencanaan saluran ditunjukkan untuk karakteristik saluran buatan, namun konsep hidraulikanya dapat juga diterapkan sama baiknya pada saluran alam.

Apabila saluran terbuka terhadap atmosfer, seperti sungai, kanal, gorong-gorong, maka alirannya disebut Aliran saluran terbuka atau Aliran permukaan bebas. Apabila aliran mempunyai penampang penuh seperti aliran melalui suatu pipa, disebut Aliran saluran tertutup atau Aliran penuh.

Jenis-jenis aliran :

Berdasarkan waktu pemantauan adalah :

- Aliran Tunak (Steady Flow)
- Aliran Taktunak (unsteady Flow)

Berdasarkan ruang pemantauan adalah :

- Aliran Seragam (Uniform flow)
- Aliran Berubah (Varied flow)

Karakteristik aliran

Tipe aliran Kecepatan rata-rata Kedalaman

Steady, uniform $V = \text{konstan}$ $y = \text{konstan}$

Steady, nonuniform $V = V(x)$ $y = y(x)$

Unsteady, uniform $V = V(t)$ $y = y(t)$

Unsteady, non uniform $V = V(x,t)$ $Y = y(x,t)$

Tipe aliran yang mungkin terjadi pada saluran terbuka adalah :

- Aliran Berubah Cepat (Rapidly Varied Flow)
- Aliran Berubah Lambat (Gradually varied flow)
- Hidrolika adalah suatu ilmu yang mempelajari sifat - sifat dan hukum - hukum yang berlaku pada zat cair baik zat cair tersebut dalam keadaan diam maupun zat cair tersebut dalam keadaan bergerak (mengalir).

Hidrolika dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu : a). Hidrostatika, ilmu yang mempelajari zat cair dalam keadaan diam.

b). Hidrodinamika, ilmu yang mempelajari zat cair dalam keadaan bergerak (mengalir). Sehingga Hidrolika merupakan bagian dari ilmu mekanika teknik yang mempelajari keadaan keseimbangan dan gerakan dari zat cair.

Mekanika Teknik Terbagi atas :

a). Mekanika Keseimbangan Benda Diam

- Mekanika Teknik, ilmu yang mempelajari tentang benda - benda padat
- Hidrostatika, ilmu yang mempelajari tentang zat cair dalam keadaan diam
- Aerostatika, ilmu yang mempelajari tentang gas/ udara dalam keadaan diam

b). Mekanika Gerak

Mekanika Bahan Ajartis, ilmu yang mempelajari tentang benda - benda padat dalam keadaan gerak

- Hidrodinamika/ Hidrolika, ilmu yang mempelajari tentang zat cair dalam keadaan mengalir (bergerak)
- Aerodinamika, ilmu yang mempelajari tentang gas/ udara dalam keadaan bergerak.

Maksud dan tujuan hidrodinamika/ hidrolika adalah untuk memberi jawaban atas persoalan untuk keperluan - keperluan ;

- a). Membawa dan membuang air/ minyak dan lainnya - lainnya yang berbentuk cair.
- b). Memanfaatkan sumber energi air
- c). Mengelola tenaga air perusak (dam, bendungan, dll).
- d). Lalu lintas air
- e). Dinding penahan

Dalam mempelajari ataupun menyelidiki persoalan - persoalan hidrolika secara umum biasanya dipergunakan dua cara yaitu :

- a). Secara Bahan Ajartis, yaitu berdasarkan rumus - rumus serta ketentuan - ketentuan yang berlaku secara mekanika.
- b). Secara Empiris, yaitu dengan mengadakan percobaan - percobaan.

Secara Bahan Ajartis seringkali tidak dapat memberikan jawaban atas persoalan - persoalan yang dihadapi atau timbul dalam praktek di lapangan sehingga dicari jawaban atas persoalan - persoalan tersebut dengan jalan mengadakan percobaan - percobaan (empiris) sehingga ilmu hidrolika dapat disebut sebagai suatu ilmu yang semi empiris.

TEORI VII

MENGHITUNG KEBUTUHAN KAPASITAS AIR BERSIH

A. Perencanaan IPAM

Dalam merencanakan bangunan pengolahan air minum sebaiknya ditetapkan langkah-langkah yang harus dilaksanakan untuk kelancaran proses perencanaan. Adapun langkah-langkah tersebut adalah :

1. Menghitung jumlah kebutuhan air minum yang akan diolah berdasarkan jumlah penduduk dan perkembangannya (proyeksi penduduk)
2. Menentukan tahapan pembangunan bangunan pengolahan air minum yang sesuai dengan kebutuhan pada periode perencanaan.
3. Mengetahui kualitas air baku yang akan diolah menjadi air minum
4. Membandingkan anantara kualitas air baku dengan standard kualitas air baku yang berlaku atau effluent yang diinginkan.
5. Menentukan parameter apa yang perlu diperbaiki dengan pengolahan air minum.
6. Menentukan alternatif pengolahan yang mungkin dilakukan.
7. Memilih alternatif pengolahan dengan mempertimbangkan :
 - Tersedianya bahan kimia atau peralatan dan kemudahan pengangkutannya ke lokasi pengolahan.
 - Kemudahan pengoperasiannya.
 - Target yang hendak dicapai
 - Aspek pemeliharaan instalasi
 - Efisiensi pengolahan.

B. Proyeksi Penduduk

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proyeksi penduduk, yaitu :

1. Jumlah populasi dalam suatu negara
Apabila perkembangan penduduk pada masa lampai tidak terdapat penurunan, maka proyeksi penduduk akan semakin teliti.
2. Kecepatan Pertambahan penduduk
Apabila angka kecepatan pertambahan penduduk pada masa lampau semakin besar, maka proyeksi penduduk akan berkurang ketelitiannya.
3. Kurun Waktu Proyeksi
Semakin panjang kurun waktu proyeksi, maka proyeksi penduduk akan semakin berkurang ketelitiannya. Data penduduk masa lampau sangatlah penting untuk menentukan proyeksi penduduk pada masa yang akan datang. Jadi pada dasarnya proyeksi penduduk pada masa yang akan datang sangat bergantung dari data penduduk saat sekarang atau masa lampau.

Untuk menentukan prediksi jumlah penduduk pada tahun perencanaan, dapat dilakukan dengan beberapa metoda, antara lain :

1. Metod a rata-rata aritmetika :
 $P_n = P_o + r (n)$
 $P_n =$ jumlah penduduk tahun ke-n

P_0 = jumlah penduduk tahun awal proyeksi
 r = rata-rata pertambahan penduduk per tahun
 n = periode perencanaan

Metoda ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan dan dalam kurun waktu yang pendek.

2. Metoda geometrik

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Metoda ini umumnya digunakan untuk daerah yang pertambahan penduduknya cenderung berganda, kepadatan penduduk mendekati maksimum dan dalam kurun waktu yang cukup lama.

3. Metoda Ekstrapolasi Grafik

Ditinjau pada penekanan kecenderungan perkembangan penduduk, bukan ketepatan jumlah penduduk.

Cara pengerjaannya :

Plot data penduduk pada masa lampau dan tahun yang bersesuaian.

Tarik garis kecenderungannya dari titik yang telah kita buat.

Garis diperpanjang untuk memperkirakan jumlah penduduk sesuai dengan periode proyeksi

4. Metoda Perbandingan

Digunakan jika data penduduk pada daerah tinjauan tidak lengkap, yaitu dengan cara membandingkan pertambahan penduduk daerah tinjauan dengan daerah pola.

C. Standard Kualitas Air Minum

Perencanaan bangunan pengolahan air minum bertujuan untuk mengolah air baku agar layak dikonsumsi sebagai air minum, karena itu harus diketahui standart kualitas air minum. Adapun air yang dapat digunakan sebagai air minum adalah :

1. Air permukaan : sungai, danau, waduk, laut dan sebagainya.
2. Air angkasa : air hujan
3. Air tanah : air tanah dangkal, air tanah dalam, mata air, artesis dan sebagainya.

Dari berbagai sumber air baku tersebut secara umum air yang layak untuk diminum harus memenuhi persyaratan antara lain :

- ❖ Fisik
- ❖ Kimiawi
- ❖ Bakteriologis
- ❖ Radioaktif

Disamping pengamanan dari segi kesehatan juga perlu diperhatikan pengamanan terhadap sistem penyaluran air minum dari instalasi pengolahan sampai pendistribusiannya ke konsumen.

Alasan-alasan teknis dan kesehatan yang mendasari penentuan standard kualitas air minum adalah :

1. Suhu, air minum yang mempunyai suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah tidak diperbolehkan. Suhu sebaiknya berkisar antara 17 – 12 °C.
 2. Rasa dan bau, air minum yang berasa dan berbau sangat berbahaya, karena biasanya telah tercemar baik secara alamiah maupun karena perbuatan manusia.
 3. Warna, air minum seharusnya tidak berwarna, adanya warna menunjukkan terdapatnya zat-zat terlarut dan koloid yang secara langsung berpengaruh pada segi estetika dan psikologis bagi konsumen.
 4. Kekeruhan, banyak terjadi pada saat musim hujan, semakin tinggi kekeruhan kemungkinan bakteri yang dikandung lebih banyak dan kontak antara bakteri dengan desinfektan menjadi kecil.
 5. PH, pH rendah (asam) menyebabkan kerusakan pada pipa (korosif)
 6. Zat padat, penyebab kekotoran pada air bersih sehingga tidak mungkin digunakan sebagai air minum.
 7. Zat organik, indikasi terjadinya kontaminasi dari kotoran baik manusia maupun hewan.
 8. CO₂ agresif, kelebihan karbondioksida pada air menjadikan air bersifat korosif sehingga dapat merusak sistem perpipaan, dapat berupa karbonat, bikarbonat atau karbondioksida bebas.
 9. Kesadahan, pada tingkatan tertentu, kesadahan dapat bermanfaat bagi kesehatan, tetapi apabila tinggi akan menyebabkan pemakaian sabun yang boros dan penyempitan pipa karena kerak.
 10. Ca dan Mg, mempengaruhi kesadahan.
 11. Fe dan Mn, air berwarna coklat, fasilitas plambing kotor, bakteri berkembang di perpipaan sehingga mengurangi kapasitas penyaluran air minum.
 12. Ca dan Zn, bila terlalu banyak perut menjadi mual
 13. Cl⁻, menyebabkan air terlalu asin bila terlalu banyak.
 14. SO₄²⁻, bila terminum > 200 mg/liter maka perut sakit dan mencret.
 15. H₂S, menimbulkan bau busuk.
 16. Fluor (F), mempengaruhi gigi, < 1 mg/lit gigi berongga, jika > 1,5 mg/lit gigi akan berbintik-bintik hitam dan kuning.
 17. NO₃⁻, jika > 50 mg/lit menimbulkan methemoglobinemia.
- Alasan-alasan inilah yang mendasari penyusunan standart kualitas air minum yang aman dikonsumsi terutama ditinjau dari segi kesehatan.

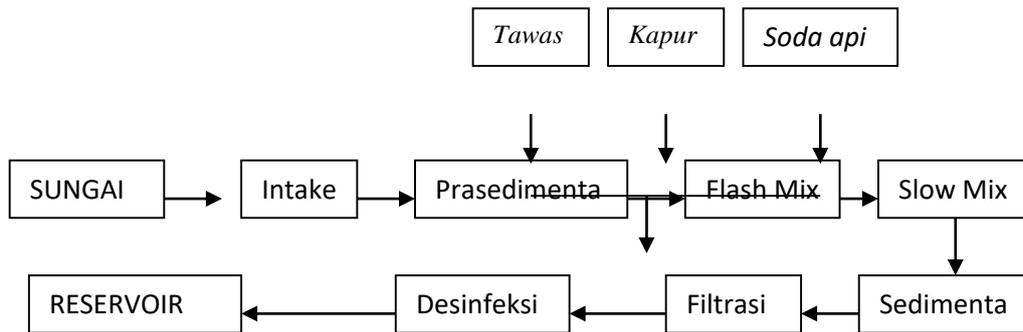
D. Alternatif Pengolahan

Secara umum pengolahan air minum berpedoman pada kualitas air baku yang akan diolah sebagai air minum, karena itu dalam perencanaannya ada beberapa alternatif pengolahan.

Alternatif pengolahan air yang dapat diterapkan untuk perbaikan kualitas masing-masing parameter dari air minum adalah :

1. Intake
2. Prasedimentasi
3. Pengaduk cepat (Flash Mix)
4. Pengaduk lambat (Slow Mix)
5. Sedimentasi
6. Filtrasi
7. Desinfeksi

Flow diagram rangkaian proses pengolahan yang direncanakan dapat dilihat pada gambar berikut :



Alternatif Pengolahan Air Bersih sesuai dengan Parameter yang ada adalah sebagai tabel berikut :

NO.	PARAMETER	ALTERNATIF PENGOLAHAN
1.	Temperatur	- Aerasi
2	Warna	- Karbon aktif - Koagulasi dan Sedimentasi - Filtrasi
3	Bau dan Rasa	- Preklorinasi - Karbon aktif - Aerasi - Ozonisasi - Slow sand filter
4	Kekeruhan	Koagulasi dan Flokulasi Sedimentasi
5	PH	Netralisasi
6	Zat padat	Prasedimentasi Sedimentasi Filtrasi
7	Zat Organik	Koagulasi dan Flokulasi Sedimentasi Filtrasi
8	CO ₂ agresif	Penambahan kapur Aerasi
9	Kesadahan	Penambahan kapur Lime dan Soda Filtrasi Sedimentasi
10	Besi dan Mangan	Preklorinasi Aerasi Rapid sand filter
11	Tembaga (Cu)	Penambahan kapur Kalium hidroksida
12	Seng (Zn)	Ion exchange

NO.	PARAMETER	ALTERNATIF PENGOLAHAN
13	Klorida (Cl)	Ion exchange Aerasi dankarbon aktif
14	Sulfat	Ion exchange
15	Sulfida	Ion exchange Aerasi
16	Fluorida	Penambahan kapur/alum Adsorpsi
17	Amoniak	Ion exchange Klorinasi
18	Nitrat	Adsorpsi Klorinasi
19	Nitrit	Slow sand filter
20	Phenol	Koagulasi – Sedimentasi Rapid sand filter Super klorinasi Karbon aktif
21	Arsenit	Koagulasi – Flokulasi Sedimentasi
22	Timbal	Penambahan kapur / Koagulasi Ion exchange – Sedimentasi
23	Kromium	Ion exchange Karbon aktif

Dengan mengetahui karakteristik air yang akan diolah untuk air minum serta mempelajari alternatif pengolahan yang ada, maka dapat ditentukan unit-unit bangunan pengolahan yang dibutuhkan.

Unit-Unit Bangunan Pengolahan Air Minum yang lengkap adalah sebagai berikut :

1. Penangkap Air (Intake), berfungsi sebagai penangkap air permukaan sesuai dengan debit yang dikehendaki pada badan air.
2. Screening, berfungsi untuk mengambil atau menyaring benda-benda kasar yang mengapung, misalnya ranting pohon, daun-daun, kertas, dan sampah lain yang terdapat dalam air baku.
3. Bak Penenang, Berfungsi untuk menenangkan fluktuasi air baku jika pemompaan digunakan pada intake.
4. Bak Pembagi, berfungsi sebagai pembagi air jika dipergunakan lebih dari satu unit bangunan.
5. Bak Prasedimentasi, berfungsi sebagai tempat pengendapan partikel diskrit, seperti lempung, pasir dan zat padat lainnya yang bisa mengendap secara gravitasi. Partikel diskrit adalah partikel yang selama proses pengendapannya tidak berubah ukuran, bentuk dan beratnya. Bangunan Prasedimentasi ini terdiri dari 4 (empat) zone, yaitu :
 - Inlet zone, sebagai tempat memperkecil pengaruh transisi aliran dari influent ke aliran steady yang terjadi di settling zone. Fungsi dari inlet zone ini agar proses settling tidak terganggu pada zone settling.
 - Settling zone, sebagai tempat terjadinya pengendapan partikel diskrit sehingga terpisah dari air bakunya.

- Sludge zone, sebagai tempat penampungan sementara dari material yang diendapkan di settling zone.
 - Outlet zone, sebagai tempat memperkecil pengaruh transisi aliran dari settling ke aliran effluen.
6. Flash Mix (Pengaduk Cepat), berfungsi sebagai tempat melakukan pengadukan cepat sehingga terjadi homogenisasi antara koagulant dengan air baku. Ada 2 (dua) cara melakukan proses pencampuran :
 - Cara Mekanis, membuat aliran turbulen dengan tenaga penggerak motor.
 - Cara hidrolis, memanfaatkan loncatan air.
 7. Slow Mix (Pengaduk Lambat), berfungsi sebagai tempat pembentukan flok-flok. Prosesnya juga ada 2, yaitu secara mekanis dan hidrolis.
 8. Bak Sedimentasi, bangunan ini berfungsi mengendapkan partikel-partikel flokulent yang terbentuk pada proses koagulasi dan flokulasi pada pengaduk cepat dan pengaduk lambat. Bentuknya ada yang konvensional dan ada yang menggunakan plate settler untuk meningkatkan efisiensi pengendapan.
 9. Bak Filtrasi, bangunan ini dimana terjadi proses filtrasi, yaitu proses penyaringan air melalui media berbutir yang porus, menghilangkan koloid yang tidak terendapkan selama proses sedimentasi.
 10. Desinfeksi, proses agar air minum memenuhi persyaratan bakteriologis, biasanya dengan penambahan klor.
 11. Reservoir, berfungsi untuk menampung air bersih, sebelum didistribusikan pada konsumen.

Selain pengolahan secara lengkap, ada pengolahan air minum bila air baku mempunyai karakteristik spesifik, misalkan rasa dan bau tinggi, kadar besi dan mangan tinggi atau kesadahan tinggi, karena itu bangunan untuk pengolahan lengkap perlu ditambahkan agar kualitas air benar-benar memenuhi standard kualitas air minum.

1. Pengolahan Rasa dan Bau

Rasa dan bau dalam air secara alamiah disebabkan oleh tumbuhan air seperti algae yang menimbulkan bau amis atau anyir, daun-daunan yang membusuk, aktifitas bakteri, protozoa, metazoa, sedangkan dari buatan manusia sebagian besar dari proses industri seperti penyulingan minyak, pabrik susu, gula, kertas dan lain-lain.

Pengolahan rasa dan bau dapat dilakukan dengan :

- Aerasi, dapat menyebabkan kualitas air yang kekurangan oksigen yang biasanya menimbulkan rasa yang keras, H₂S dan CO₂ juga akan berkurang dengan adanya aerasi.
- Koagulasi
- Klorinasi
- Penambahan klor dioksida
- Ozonisasi
- Pottasium permanganat

2. Pengolahan Besi dan Mangan

Kehadiran besi dan mangan di air ditandai oleh adanya larutan dari batuan dan mineral, oksida, sulfida, karbonat dan silika yang mengandung logam-logam besi dan mangan. Efek dari Fe dan Mn akan menimbulkan :

- a. Presipitasi dari logam-logam ini merubah air menjadi keruh berwarna kuning kecoklatan, kadang-kadang sampai hitam. Depositnya akan menyebabkan noda pada peralatan plambing dan cucian.
- b. Dapat meningkatkan berkembangnya mikroorganisme dan menyebabkan kekeruhan dalam air.
- c. Menyebabkan air berasa logam.

Kadar besi dan mangan dalam air dapat dikurangi dengan :

- a. Aerasi
- b. Ion exchange
- c. Stabilisasi dengan polyphospat

3. Pengolahan Kesadahan

Kesadahan disebabkan oleh ion-ion logam bervalensi +2 terutama ion Ca dan Mg. Ion Ca dan Mg terlarut dari batuan kapur, dolomite dan mineral-mineral lainnya. Efek dari kesadahan meningkatkan pemakaian sabun, tertutupnya pori kulit, merubah warna porcelin dan penyempitan pipa karena terjadinya pengerasan.

Jenis-jenis kesadahan, ada kesadahan tetap ada kesadahan sementara. Kesadahan tetap disebabkan oleh Sulfat, Klorida, Nitrat, Silikat, Calcium, dan Magnesium. Sedangkan kesadahan sementara disebabkan oleh karbonat dan bikarbonat.

Metoda pengolahan kesadahan :

- a. Metoda Presipitasi, prosesnya menggunakan kapur soda untuk pelunakan air.
- b. Metoda pertukaran ion (Ion exchange), proses pertukaran antara ion yang terdapat dalam zat padat dengan ion yang terdapat dalam zat cair atau sebaliknya, sehingga disebut pertukaran bolak-balik. Ada beberapa proses yang termasuk pertukaran ion :
 - Kation exchanges : pertukaran antara ion positif
 - Anion exchanges : pertukaran antara ion negatif
 - Zeolite : pertukaran ion sodium bervalensi satu dengan group ion alkali, amonia, beberapa ion logam bervalensi dua.

Dari semua pengolahan ini yang sering digunakan tambahan dalam pengolahan air permukaan adalah aerasi, karena fungsinya cukup banyak, dapat menurunkan kandungan zat organik, Fe dan Mn, mengurangi rasa dan bau dengan melakukan transfer oksigen.

Ada beberapa macam tipe aerasi :

1. Nozzle – Jet Type, udara ditekan ke dalam air dari dasar kolam.
2. Contact Type, memberikan kesempatan pada air untuk kontak dengan udara, dapat berupa tangga atau sistem tray dimana di dalam sistem ini dibuatkan kotak-kotak yang disusun bertingkat, dalam setiap kotak diberikan lubang-lubang untuk memberi kesempatan antara udara dan air untuk berkontak.

Berdasarkan bentuk dan peralatannya, aerator dapat dibedakan menjadi :

1. Aerasi dengan membentuk terjunan air, seperti spray nozzle, cascade dan multiple tray.
2. Aerasi dengan membentuk hamburan air (difusi) atau memberikan gelembung-gelembung udara ke dalam air.
3. Aerasi secara mekanik, yang membutuhkan motor untuk menggerakkan impeller

Sistem bangunan pengolahan yang digunakan sangat tergantung pada karakteristik air baku yang akan diolah sebagai air minum, agar memenuhi kualitas.

TEORI VIII

KONSEP PENGOLAHAN AIR BERSIH

A. Standar Kalitas Air

Untuk menjamin bahwa air minum suatu system penyediaan air minum aman, higienis dan baik untuk diminum tanpa kemungkinan dapat menginfeksi para pemakai air minum telah ditetapkan dengan permenkes Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air bersih itu.

1. Persyaratan Fisik

Kualitas fisik yang di pergunakan atau dicapai bukan hanya semata-mata dengan pertimbangan dari segi kesehatan akan tetapi juga menyangkut keamanan dari segi kesehatan dan dapat di terima oleh masyarakat pemakai air.

2. Persyarata Kimiawi

Kandungan unsur kimia Dalam air harus mempunyai kadar dan tingkat konsentrasi tertentu yang tidak membahayakan kesehatan manusia atau makluk hidup lainnya, pertumbuhan tanaman tidak membahayakan pada penggunaannya dalam industry serta tidak menimbulkan kerusakan pada instalasi system penyediaan air mimumnya sendiri. Beberapa unsur tertentu, sebaliknya diperlukan dalam jumlah yang cukup penciptaan kondisi air minum yang dapat mencegah suatu penyakit atau kondisi kualitas yang menguntungkan.

3. Pesyaratan Bakteriologis

Dalam persyrtan ini di tentukan batasan tentang jumlah bakteri pada umunya dan bakteri atau kuman-kuman penyakit dan bakteri golongan *colli* pada umumnya. Kehadirannya dari bakteri golongan *colie* dalam air di laporkan dan dinyatakan dalam angka MPN (Most Probable Number) Yaitu : jumlah bakteri *colie* yang terdapat dalam 100 ml sampel air. Ketentuan umum yang berlakumengatakan bahwa air yang sudah di klorinasi atu dari sumur yang timbul dengan cara yang aman, angka MPN harus menunjukkan 2,2/100 ml, dan tidak boleh lebih dari 100 bakteri, untuk Indonesia syarat tersebut adalah MPN sama sdengan 10.

B. Pengawasan Kualitas

a. Tanggap pada kualitas air baku

Tanggap pada kualitas sumber air, karena dipergunakan pada pengoprasian yang tidak di intake, pengolahan air dan lain-lain memeriksa penyebab polusi air, berunding dengan organisasi yang bersangkutan dan mempertimbangkan tindakan yang di perlukan.

b. Mengumpulkan penjelasan untuk pengoprasian yang tepat pada proses pengolahan. Menegaskan efek pengolahan air dengan memeriksa kualitas air baku dan proses pengolahan, mempergunakan hasil tersebut untuk mengatur dosis kimia, perbaikan cara pengolahan air dan lain-lain kalau

pengunduran kualitas air terus menerus, maka sangat perlu mempertimbangkan penerapan pengolahan air tingkat tinggi.

- c. Memastikan pengolahan yang di jernihkan yang akan di periksa pada pelanggan. Melaksanakan analisa air pada waktu tertentu untuk menegaskan bahwa air air ledeng sesuai dengan satandar air minum atau air bersih. Waktu analisa air ledeng di minta dari konsumen dan memberitahukan hasil analisa kepada orang yang ingin mengetahuinya. Batas daerah air ledeng terkontaminasi di pengaruhinya olegh tempat masuknya polusi seperti sumber air, instalasi, pipa distribusi, peralatan, bak penampungan air bersih

C. Pengolahan Air Baku

1. Pengolahan Lengkap

a. Intake

Tempat pengambilan air baku dilengkapi dengan 'Bar screen' / penyaring yang bertujuan untuk menyaring benda-benda terapung (sampah) agar tidak sampai masuk ruang intake karena bisa mengganggu kinerja pompa.

b. Koagulasi & Flokulasi

Proses *Koagulasi* adalah proses pemberian koagulan CMA dengan maksud mengurangi gaya tolak menolak antar partikel koloid sehingga partikel koloid tersebut bisa bergabung menjadi flok-flok kecil.

c. Flokulasi

Flokulasi yaitu proses pemberian flokulan dengan maksud menggabungkan flok-flok kecil yang telah terbentuk pada proses sebelumnya (koagulasi) sehingga menjadi besar dan mudah untuk diendapkan. Dalam proses flokulasi mengalami pengadukan lambat memberikan kesempatan flok-flok kecil menjadi semakin besar dan mencegah pecahnya kembali flok-flok yang sudah terbentuk.

d. Sedimentasi

Di dalam proses sedimentasi partikel-partikel / flok- flok yang terbentuk dari flokulasi akan mengendap pada bak sedimentasi. Pada bak sedimentasi dilengkapi 'tube settler' yang bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan.

e. Filtrasi

Proses filtrasi bertujuan untuk melakukan penyaringan flok-flok halus yang belum dapat terendapkan pada bak sedimentasi. Proses filtrasi dilakukan dengan cara melewatkan air melalui media porous yaitu; pasir silica/ kwarsa.

f. Chlorinasi

Adalah pembubuhan zat disinfektan (contoh ; gas Chlor, Sodium Hypochlorit) yang bertujuan untuk membunuh bakteri yang mungkin ada, baik di reservoir, jaringan pipa distribusi hingga sampai ke pelanggan.

2. Pengolahan Tidak Lengkap

Pengolahan tidak lengkap diberlakukan pada air baku yang hanya mempunyai beberapa parameter saja yang harus diturunkan kadarnya, contoh air baku yang berasal dari mata air dan air tanah dalam. Misal air baku tersebut mempunyai kadar zat besi (Fe) yang melebihi ambang batas, maka pengolahan yang perlu dilakukan adalah :

- Aerasi : adalah suatu proses pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi kadar zat besi yang melampaui batas ambang yang telah ditetapkan DepKes – RI.
- Chlorinasi : adalah pembubuhan zat disinfektan (misal gas chlor, sodium Hypochlorit) yang bertujuan untuk membunuh bakteri yang mungkin ada, baik di reservoir , jaringan pipa distribusi hingga sampai ke pelanggan.

TEORI IX

METODA PEMANTAUAN KUALITAS AIR BERSIH

Kebutuhan akan air didunia dewasa ini terus meningkat. Padahal penyediaan air dari aliran sungai makin lam makin berkurang sebab kemampuan hutan dan tanah untuk menahan air hujan semakin berkurang pula. Sementara kuantitas air dari aliran sungai di daratan terus berkurang, kualitas air di daratan maupun didaratan menunjukkan kecenderungan untuk turun. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan turunnya kualitas dan kuantitas air tersebut adalah :

1. Terjadinya banjir dan kekeringan.
2. Kegiatan indstri dan pertambangan.
3. Intensifikasi pertanian.

Dengan menurunnya kualitas dan kuantitas pada lingkungan perairan dapat dikatakan bahwa lingkungan perairan mengalami kerusakan atau disebut pencemaran. Definisi pencemaran air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. KEP-02/MENKLH/I/1988 tentang penetapan baku mutu lingkungan adalah: masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi dengan peruntukannya (pasal 1). Sedangkan dalam pasal 2 disebutkan, air pada sumber air menurut kegunaan/ peruntukannya digolongkan menjadi:

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dipergunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
3. Golongan C, yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, dan listrik negara

Telah banyak usaha yang dilakukan untuk menanggulangi masalah lingkungan baik yang dilakukan secara internasional, regional, dan local. Hal ini menunjukkan bahwa manusia sudah makin sadar akan adanya bahaya yang mengerikan dari kerusakan lingkungan akibat pencemaran yang semakin parah. Sehingga untuk mengatasi masalah pencemaran pada lingkungan perairan ada beberapa parameter yang harus diperhatikan yaitu :

1. Parameter Fisika, yang meliputi :

- Penentuan kualitas fisik air yang meliputi pengamatan bau, warna, dan rasa secara organoleptis.
- Derajat keasaman (pH) pada suatu sampel air dapat ditentuka dengan menggunakan kertas lakmus atau dengan menggunakan alat pH meter yang menggunakan larutan pH standar 7 dan 4.
- Kekeruhan pada perairan berhubungan dengan zat padat dalam air dapat merupakan zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi. Pengertian zat padat total meliputi kedua jenis zat padat tersebut yang berupa bahan-bahan

organik maupun anorganik. Kekeruhan pada perairan ditentukan dengan metode turbidimetri dengan menggunakan alat turbidimeter yang menggunakan larutan standar 0 NTU dan 40 NTU.

2. Parameter Kimia, yang meliputi :

- Keberadaan CO₂ terlarut sangat penting bagi kehidupan ekosistem air, kelarutannya tergantung pada suhu, pH dan banyaknya organisme yang hidup dalam air. Gas CO₂ di dalam air bergabung dengan komponen kapur menjadi CaCO₃ yang sebagian sebelum mencapai tingkat kejenuhan masih dapat berdisosiasi kembali, dan selebihnya akan mengendap sebagai senyawa karbonat. Atas dasar ini kadar gas CO₂ terlarut dapat ditetapkan dengan cara titrimetri dengan menggunakan larutan baku NaOH.
- Keberadaan O₂ terlarut berhubungan dengan proses respirasi biota perairan. Penetapan kadar oksigen terlarut dapat dilakukan dengan metode titrimetri winkler, yang prinsip dasarnya adalah oksigen yang terdapat dalam sampel air akan diikat oleh Mn(OH)₂. Dimana senyawa Mn(OH)₂ akan direaksikan dengan larutan KI dalam suasana asam. I₂ yang dibebaskan akan dititrasi dengan larutan standar Na₂S₂O₃ dan sebagai indikator digunakan amilum.
- Keberadaan Kadar oksigen biokimia atau BOD (Biological Oxygen Demand) adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mendekomposisi dan menstabilkan sejumlah bahan organik di dalam ekosistem air melalui proses aerobik. Penetapan BOD dapat dilakukan dengan cara menganalisis kadar oksigen terlarutnya pada saat t=0 dan t=5 hari. Selain itu, penetapan BOD juga dapat dilakukan dengan cara menganalisis kadar oksigen melalui indikator oksidasi reduksi yaitu metilen biru, sebagai hasil oksidasi akan terbentuk karbon dioksida, air, dan ammonia juga dapat dilakukan dengan metode aerasi sampel air uji pada botol winkler.
- Keberadaan kadar oksigen kimia atau COD (Chemical Oxygen Demand) yang didasarkan atas kenyataan bahwa hampir semua senyawa organik dapat dioksidasi dengan bantuan oksida terkuat dalam kondisi asam. Selama penetapan COD, bahan-bahan organik akan diubah menjadi CO₂ dan air tanpa melihat kemampuan asimilasi secara biologis terhadap bahan-bahan tersebut. Adapun penetapan COD dapat dilakukan dengan metode permanganat atau metode bikromat.
- Keberadaan logam alkali tanah yaitu logan kalsium dan magnesium dalam bentuk ionnya yang bersenyawa dengan sulfat, klorida, kromat, dan bikromat dalam lingkungan perairan dapat menyebabkan sifat kesadahan. Metode yang digunakan untuk mengukur kesadahan adalah dengan titrimetri dengan larutan standar EDTA serta indikator EBT atau Maurexide pada pH tertentu.
- Kandungan logam berat dalam perairan dapat berupa besi. Perairan yang mengandung besi bila kontak dengan udara akan menjadi keruh dan terlihat tidak menyenangkan karena terbentuknya endapan koloid ion besi(III) dalam air akibat oksidasi yang terjadi. Metode yang digunakan untuk menetapkan kadar besi yaitu secara spektrofotometri berdasarkan pembentukan senyawa kompleks besi(II)-1,10-fenantrolin. Pada pembentukan senyawa kompleks ini biasanya ditambahkan senyawa hidroksilamin hidroklorida sebagai reduktor yang akan mereduksi ion besi(III) menjadi besi(II). Sedangkan untuk pengaturan pH ditambahkan senyawa natrium asetat.

- Keberadaan Ion sulfat dapat menyebabkan kesadahan air yang berupa kesadahan tetap dan menyebabkan turunnya kualitas air. Metode yang digunakan untuk menentukan kadar sulfat yaitu metode turbidimetri dengan alat spektrofotometri sinar tampak. Metode tersebut berdasarkan kenyataan bahwa BaSO₄ cenderung membentuk endapan koloid dengan hadirnya larutan NaCl dan HCl. BaSO₄ mempunyai kelarutan dalam air kira-kira 3 ppm pada temperatur biasa. Kelarutan ini bertambah dengan adanya asam-asam mineral karena terbentuk ion hidrogen sulfat.
- Keberadaan ion nitrit, nitrit merupakan bentuk nitrogen yang teroksidasi, nitrit biasanya tidak bertahan lama dan merupakan keadaan sementara..Penetapan nitrit dapat menggunakan metode spektrofotometer dengan bantuan asam sulfanilat, dan 1-naftilamine. Dalam suasana asam, nitrit akan bereaksi dengan pereaksi nitrit (asamsulfanilat + nafilamin) membentuk senyawa diazo yang berwarna merah-ungu. Warna yang terjadi diukur menggunakan spektrofotometer.

3. Parameter mikrobiologi

Air merupakan materi esensial bagi kehidupan makhluk hidup, karena makhluk hidup memerlukan air untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Secara umum fungsi air dalam tubuh setiap mikroorganisme adalah untuk melarutkan senyawa organik, menstabilkan suhu tubuh dan melangsungkan berbagai reaksi kimia tingkat seluler. Pemeriksaan air secara mikrobiologi sangat penting dilakukan karena air merupakan substansi yang sangat penting dalam menunjang kehidupan mikroorganisme yang meliputi pemeriksaan secara mikrobiologi baik secara kualitatif maupun kuantitatif dapat dipakai sebagai pengukuran derajat pencemaran (Ramona, 2007).

Pemeriksaan derajat pencemaran air secara mikrobiologi umumnya ditunjukkan dengan kehadiran bakteri indikator seperti *coliform* dan *fecal coli* (Ramona, 2007). Bakteri *coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang gram negatif, tidak membentuk spora, *aerobik*, dan *anaerobik* fakultatif yang memfermentasi laktose dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35° C (Pelczar dan Chan., 2006).

Kelompok bakteri *coliform* antara lain *Eschericia coli*, *Enterrobacter aerogenes*, dan *Citrobacter fruendii*. Keberadaan bakteri ini dalam air minum juga menunjukkan adanya bakteri patogen lain, misalnya *Shigella*, yang bisa menyebabkan diare hingga muntaber. Jadi, bakteri *coliform* adalah indikator kualitas air. Semakin sedikit kandungan *coliform*, maka kualitas air semakin baik. (Pelczar dan Chan., 2006).

Uji kualitas air terdiri dari 3 step utama, yaitu: Uji pendugaan , Uji penguat dan Uji pelengkap. Metode pengujian yang digunakan adalah metode Most Probable Number (MPN). Dalam uji penduga di gunakan lactose broth. Tabung di nyatakan positif bila terebentuk gas sebanyak 10 % atau lebih dari volume di dalam tabung Durham. Jumlah tabung yang positif di hitung pada masing-masing seri. MPN penduga dapat di hitung dengan melihat table MPN 3 tabung. (Pelczar dan Chan., 2006).

Dalam uji penguat, terbentuknya gas dalam *Lactose Broth* tidak selalu menunjukan bakteri *E.coli* karena mikroba lainnya mungkin juga ada yang dapat memfermentasikan laktosa dengan membentuk gas. Oleh karena itu perlu di lakukan uji penguat pada media Endo agar, dengan menggunakan jaarum ose, contoh dari tabung MPN yang menunjukan uji penduga positif (terbentuk gas)

masing-masing di inokulasikan pada Endo agar dengan cara streak plate. Semua tabung di inkubasikan pada suhu 37°C selama 2x24 jam. Jumlah media Endo agar pada masing-masing pengenceran yang menunjukkan adanya pertumbuhan *Coliform*, baik fekal maupun non fekal dihitung dan MPN penguat dapat di hitung dari table MPN. (Pelczar dan Chan., 2006).

Pengujian selanjutnya dilanjutkan dengan uji pelengkap untuk menentukan bakteri *Escherichia coli*. Dari koloni yang berwarna pada uji penguat diinokulasikan ke dalam medium *Lactose Broth* dan medium agar miring *Nutrient Agar* (NA), dengan jarum inokulasi secara aseptik. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam. Bila hasilnya positif terbentuk asam dan gas pada *Lactose Broth*, maka sampel positif mengandung bakteri *Escherichia coli*. Dari media agar miring NA dibuat pewarnaan Gram dimana bakteri *Escherichia coli* merupakan Gram negatif berbentuk batang pendek. (Pelczar dan Chan., 2006).

Oleh karena itu melalui percobaan ini agar praktikan dapat mengetahui uji kualitas air berdasarkan jumlah mikroorganisme pada air dan dapat menentukan nilai MPN. Selain itu juga dapat mempraktikkan cara pengujian perkiraan pada air untuk mengetahui adanya jasad *coliform*, dapat mempraktikkan pengujian penegasan untuk membedakan mikrobia fekal dan non fekal, dan dapat pula mempraktekkan pengujian kelengkapan untuk menentukan ada tidaknya jasad indikator kualitas air berdasarkan keberadaan bakteri *E.coli*.

Tujuan utama surveilans dan pengawasan kualitas air adalah memberi jaminan keamanan dan kenyamanan penyediaan air bersih (mengontrol kualitasnya, dengan demikian konsumen terlindungi). Adapun tujuan tambahannya adalah :

- Mengetahui kecenderungan kualitas air bersih dalam suatu kurun waktu;
- Memberi informasi kepada penanggung jawab kesehatan masyarakat untuk perlindungan kesehatan masyarakat umum.
- Mengidentifikasi setiap sumber pencemaran.
- Menilai kemampuan instalasi pengolahan air bersih, dan bila perlu memberi saran perubahan.
- Mengevaluasi sistem penyediaan air bersih, dengan demikian diperoleh gambaran untuk membuat perbaikan dimasa mendatang.

Penilaian keadaan situasi yang ada meliputi kegiatan inventarisasi terhadap :

- Data sumber air secara detail
- Ukuran dan tipe pengolahan air bersih (bila ada).
- Sistem distribusi dan jumlah penduduk yang dilayani.

Contoh blanko kegiatan inventarisasi penyediaan air bersih :

TANGGAL INSPEKSI :

DATA UMUM

Nama sarana :

Pemilik :

Lokasi :

Jumlah tenaga terlibat :

Jumlah penduduk dilayani :

- melalui sambungan rumah :
- melalui kran umum :

Total jumlah :

SUMBER AIR

Air tanah Air permukaan Air hujan

BANGUNAN PENGUMPUL DAN PENGOLAHAN

Sumur gali	<input type="checkbox"/>
Mata air	<input type="checkbox"/>
Sumur bor	<input type="checkbox"/>
Infiltrasi gallery	<input type="checkbox"/>
Penangkap air permukaan	<input type="checkbox"/>
Sistem penampungan air hujan sederhana	<input type="checkbox"/>
Sistem penampungan air hujan dengan pengolahan	<input type="checkbox"/>
Saringan pasir lambat	<input type="checkbox"/>
Koagulasi dan saringan pasir cepat	<input type="checkbox"/>
Aerasi	<input type="checkbox"/>

DESINFEKSI

Apakah dilakukan desinfeksi ?	Ya <input type="checkbox"/>	Tidak <input type="checkbox"/>
Apakah sistem berfungsi ?	Ya <input type="checkbox"/>	Tidak <input type="checkbox"/>

RESERVOIR

Apakah ada reservoir ?	Ya <input type="checkbox"/>	Tidak <input type="checkbox"/>
Jika Ya : Ada berapa banyak ?	<input type="text"/>	

SISTEM DISTRIBUSI

Jumlah sambungan rumah

Jumlah kran umum

Total jumlah

Sistem terbuka

Sistem tertutup

Buat skema sistem penyediaan air dari sumber sampai distribusinya.

FASILITAS LABORATORIUM

Laboratorium terdekat : Di dalam masy.

Di luar masy.

Jika di dalam masy., dimana letaknya :

Nama Laboratorium :

Pemilik :

Jarak laboratorium ke masy. : km

Kendaraan yang paling baik dipergunakan dari masyarakat ke laboratorium adalah

.....

Waktu tercepat ke laboratorium dengan kendaraan yang ada : jam

FASILITAS SURVEILANS

Tempat kedudukan petugas dalam inspeksi sanitasi terdekat :

Di dalam masy. Di luar masy.
 Jika berada di luar masy., dimana :
 Jarak dari masy. ke kantor petugas Inspeksi Sanitasi :km.

Tindakan Pencegahan dan Perbaikan

Tindakan yang perlu segera dilakukan adalah melakukan secara langsung evaluasi terhadap hasil tes mikrobiologi dan inspeksi sanitasi. Tindakan perbaikan lebih lanjut, baik yang dilakukan oleh unit surveilans, yang pokok adalah ditujukan dimana problem/masalah terjadi. Contoh tindak lanjut adalah :

- Memilih sumber-sumber yang aman
- Tetap waspada
- Mengecek desinfeksi melalui tes sisa khlor
- Penyuluhan kepada masy. melalui pendekatan primary health care
- Analisa bakteri lagi setelah tindakan perbaikan dilaksanakan
- Sampaikan pesan “Rebus air anda” atau “tambahkan desinfektan pada air anda” kepada masyarakat bilamana terjadi problem serius.
- Adakan pengecekan sanitasi untuk menjamin bahwa tindakan perbaikan sedang dilaksanakan dengan tepat.

Contoh tindakan perbaikan yang perlu dilakukan segera adalah :

- Membersihkan sumur gali dan mendesinfeksi
- Mengatasi cross connection
- Tindakan “merebus air”
- Mendesinfeksi sendiri oleh masyarakat terhadap air bersih yang diperoleh.

Kepastian bahwa tindakan perbaikan telah dilaksanakan dengan hasil efektif, ditunjukkan dari hasil analisa bakteriologi dan tes sisa khlor, serta melalui ceking sanitasi lebih lanjut.

Contoh Formulir Pencatatan komprehensif :

PROGRAM PENGAWASAN KUALITAS AIR

A. UMUM

1. Lokasi :
2. Nama sarana :
3. Pemilik :
4. Alamat :
5. Penduduk dilayani dengan :
 - a. Sambungan rumah :
 - b. Kran umum :
 - Jumlah semua :
6. Jumlah Produksi air :
 - a. Rata-rata sehari :
 - b. Rata-rata setahun :

- c. Tidak diketahui :
7. Penyetopan pengaliran selama setahun lalu :
- a. Jumlah kejadian :
- b. Tidak diketahui:

B. SUMBER AIR

1. Air tanah.

Apakah disekeliling sumur tempat pengambilan air tidak ada sumber berpotensi pencemaran?

Ya Tidak

2. Air permukaan.

a. Apakah letak bangunan menjauh dari arah aliran pengotoran ?

Ya Tidak

b. Apakah ujung pipa pengambilan terletak pada kedalaman dan jarak dari dasar sumber benar ?

Ya Tidak

c. Apakah pipa bangunan penangkap dalam kedudukan kuat dan stabil ?

Ya Tidak

d. Apakah bangunan penangkap berfungsi dengan baik ?

Ya Tidak

3. Air hujan.

a. Apakah permukaan bangunan penangkap air tidak terdapat tumbuhan dan kotoran ?

Ya Tidak

b. Apakah terdapat perlengkapan untuk membelokkan aliran air ke pembuangan bagi air hujan yang jatuh pada awal turun ?

Ya Tidak

C. BANGUNAN PENANGKAP DAN PENGOLAHAN AIR

1. Sumur Gali

a. Apakah peralatan untuk menaikkan air (ember, tali dsb) tak disentuh, binatang, burung, serangga, dll dan apakah tidak memungkinkan air yang sudah terangkat ke atas mengalir kembali ke dalam sumur ?

Ya Tidak

b. Apakah ada lantai dan dinding yang rapat air sehingga dapat mencegah setiap air permukaan masuk ke dalam sumur, terutama bila terjadi banjir di tempat itu ?

Ya Tidak

2. Mata air

a. Apakah ada selokan untuk membelokkan arah aliran air permukaan ?

Ya Tidak

b. Apakah ruang penampungan air dilengkapi lobang pemeriksa (manhole) ?

Ya Tidak

c. Apakah ada pipa penguras ?

Ya Tidak

d. Apakah semua bagian yang terbuka terlindung dari masuknya air permukaan ?

Ya Tidak

3. Sumur bor

a. Apakah ada lantai rapat air dengan kemiringan cukup di sekitar casing pompa untuk mencegah masuknya air permukaan ?

Ya Tidak

b. Apakah casing sumur menonjol setinggi 30 cm di atas lantai & tidak retak?

Ya Tidak

c. Apakah ada pipa casing ke bawah paling sedikit 3 m dari muka tanah dan tidak retak ?

Ya Tidak

d. Apakah air di daerah sekitar sumur bisa mengalir menjauh ?

Ya Tidak

4. Infiltrasi galleries

a. Apakah infiltrasi galleries mempunyai manhole?

Ya Tidak

b. Apakah manhole dilindungi dengan tutup dan gembok ?

Ya Tidak

c. Apakah ada lantai rapat air untuk mencegah masuknya air permukaan ?

Ya Tidak

d. Apakah casing menonjol 30 cm ke atas lantai dan tidak retak ?

Ya Tidak

e. Apakah ada pipa casing ke bawah paling sedikit 3 m dari muka tanah dan

tidak retak ?

Ya Tidak

d. Apakah air di daerah sumur bisa mengalir menjauh ?

Ya Tidak

5. Saringan pasir lambat

a. Apakah kekeruhan air yang mengalir ke dalam saringan pasir lambat kurang dari 15 NTU ?

Ya Tidak

b. Apakah kekeruhan air yang keluar dari saringan pasir lambat kurang dari 5 NTU ?

Ya Tidak

6. Koagulasi/Pengendapan

a. Apakah mixer koagulan berfungsi dengan baik dan pembubuh koagulan dengan tepat dikontrol ?

Ya Tidak

b. Apakah persediaan koagulan sampai saat pengendapan yang akan datang mencukupi ?

Ya Tidak

c. Apakah bak pengumpulan bekerja dengan baik ?

Ya Tidak

d. Apakah kekeruhan air yang meninggalkan bak pengendapan di bawah 10 NTU ?

Ya Tidak

7. Saringan pasir cepat

a. Apakah kekeruhan air yang telah selesai disaring kurang dari 5 NTU ?

Ya Tidak

b. Apakah pencatatan frekuensi dan waktu antara pencucian (bak washing) dilakukan ?

Ya Tidak

8. Proses laboratorium kontrol

a. Apakah ada peralatan untuk melakukan jar tes ?

Ya Tidak

b. Apakah tersedia alat untuk mengukur kekeruhan ?

Ya Tidak

c. Apakah tersedia alat untuk mengukur pH ?

Ya Tidak

d. Apakah pencatatan hasil tes dan analisa dilakukan ?

Ya Tidak

9. Pengolahan air hujan

a. Apakah air diolah dengan saringan pasir cepat/lambat ?

Ya Tidak

b. Apakah kekeruhan air setelah melalui penyaringan kurang dari 5 NTU ?

Ya Tidak

D. DESINFEKSI

a. Apakah pada saat inspeksi khlorinasi sedang dilakukan?

Ya Tidak

b. Apakah khlorinasi dilakukan secara terus menerus ?

Ya Tidak

c. Apakah peralatan khlorinasi berfungsi dengan benar ?

Ya Tidak

d. Apakah terdapat waktu kontak 30 menit atau lebih ?

Ya Tidak

e. Apakah ada cukup persediaan khlor atau kaporit untuk beberapa waktu yang akan datang ?

Ya Tidak

f. Apakah ada kegiatan pengukuran total khlor atau sisa khlor pada air yang telah diolah ?

Ya Tidak

g. Apakah pencatatan harian khlorinasi dikerjakan ?

Ya Tidak

E. RESERVOIR PENYIMPANAN

a. Apakah reservoir mempunyai lobang periksan manhole?

Ya Tidak

b. Apakah manhole terlindung dengan penutup dan bergembok ?

Ya Tidak

c. Apakah ujung luar pipa udara, pipa peluap menghadap ke bawah ?

Ya Tidak

d. Apakah pipa udara dan pipa peluap dilindungi dengan anyaman ?

Ya Tidak

e. Apakah air hujan dapat dicegah sehingga tidak masuk ke dalam reservoir ?

Ya Tidak

F. JARINGAN DISTRIBUSI

- a. Apakah pada jaringan distribusi tidak ada kebocoran ?
Ya Tidak
- b. Apakah tekanan air dapat dipertahankan terus menerus diseluruh sistem ?
Ya Tidak
- c. Apakah tidak ada cross-connection dengan air berkualitas jelek ?
Ya Tidak
- d. Apakah bagian-bagian pokok yang baru atau perbaikan telah didisinfeksi ?
Ya Tidak
- e. Apakah pada berbagai titik di dalam sistem mempunyai sisa khlor ?
Ya Tidak
- f. Apakah tidak ada problem back-siphonage pada sistem ?
Ya Tidak
- g. Apakah ada peraturan plumbing yang berhubungan dengan back-siphonage ?
Ya Tidak

G. PETUGAS OPERATOR PENYEDIAAN AIR

- a. Apa pendidikan kepala pengelola ?
Univ. Sekolah lanjut
SD. Lain-lain
- b. Apa tingkat latihan Kepala Unit dalam bidang pengolahan air ?
Univ. Akademik teknik
Kursus pendek Tidak pernah
- c. Berapa tahun pengalaman kepala unit dalam pengolahan air ?
 tahun
- d. Berapa tahun kepala unit bekerja pada pengolahan ini ?
 tahun
- e. Apakah ia bekerja full-time ?
Ya Tidak
- f. Apakah jumlah tenaga yang ada mencukupi ?

Ya Tidak

g. Apakah kualitas tenaga yang ada memadai ?

Ya Tidak

h. Apakah pendidikan akademis kepala laboratorium (jika ada) ?

Univ. Sekolah lanjut

SD. Lain-lain

H. PENGAMATAN KONSUMEN

a. Sebagian besar pengaduan dan komentar adalah :

-
-
-

I. TINDAKAN PERBAIKAN

a. Perintah perbaikan kerusakan menurut prioritas :

-
-
-

b. Perbaikan yang disarankan :

-
-
-

J. HUBUNGAN DENGAN INSPEKSI YANG LALU

a. Tanggal inspeksi yang lalu :

b. Apakah usulan tindakan perbaikan dilaksanakan dengan segera ?

Ya Tidak

c. Tindakan perbaikan mana yang tidak dapat dilaksanakan ?

-
-
-

K. KELENGKAPAN DATA INSPEKSI

a. Tanggal inspeksi :

b. Nama Inspektur :

c. Nama Supervisor :

d. Catatan :

-
-
-

Tugas Praktikum :

- A. Suatu kasus sistem penyediaan air bersih di pedesaan yang bersumber pada :
1. Air sungai yang diolah dengan saringan pasir lambat (tanpa pengendapan), klorinasi, reservoir, dan jaringan distribusi.
 2. Mata air yang diklorinasi sebelum masuk ke reservoir, kemudian ke sistem distribusi.
 3. Sumur bor dipompa langsung ke jaringan distribusi.

Dalam sistem penyediaan air ini, mempunyai seorang kepala dan seorang operator di bawah pengawasannya, laboratorium tidak ada.

Buatlah formulir pencatatan komprehensif yang sesuai dengan contoh kasus di atas.

TINDAKAN PENCEGAHAN DAN PERBAIKAN

Sumber & cara penyediaan	Gejala informasi yang ada	Tindakan perbaikan segera	Tindakan pencegahan untuk menghindari terulangnya peristiwa
1. Sumur gali	Pencemaran yang biasanya diduga dapat terjadi	<p>a). Membersihkan sumur bila perlu & khlorinasi dosis tinggi kemudian diikuti khlorinasi terus menerus</p> <p>b). Saran untuk merebus air minum, menggunakan disinfektan dan/ atau saringan atau saringan di rumah²</p>	Merubah menjadi sumur yang terlindung & tertutup dengan pompa tangan atau alat untuk menaikkan air yang terpisah dari pema kai; mencegah pembangunan sumur gali baru yang terbuka. Melakukan penyuluhan & partisipasi masy.
2. Bukan sistem perpipaan, dari sumur tertutup atau sumur bor dangkal atau dalam dengan pompa tangan atau motor	Di jumpai hasil inspeksi sanitasi tidak baik	Memastikan kembali kualitas bakteriologi dan bila perlu menyarankan untuk merebus atau menggunakan disinfektan/dan atau saringan dirumah	Membatasi sumber pencemaran dan/atau memperbaiki sumur, jika perlu memperbaiki kerusakan yang dijumpai dalam inspeksi sanitasi
	Epidemi setempat oleh infeksi saluran pencernaan	<p>a). Bilamana penyediaan air yang aman dengan alternatif lain tidak mungkin, rekomendasi untuk merebus air atau mempergunakan disinfektan dirumah-rumah</p> <p>b). Memastikan kembali bakteriologi air</p> <p>c). Melaksanakan inspeksi sanitasi detail dan memperbaiki kerusakan yang dijumpai</p>	<p>a). Meningkatkan penyuluhan dan peranserta masyarakat</p> <p>b). Mengumpan balik informasi tentang waktu dan hasil survai sanitasi kepada unit pengelola penyediaan air untuk membantu meninjau kembali kecocokkan teknologi yang digunakan dan petunjuk praktis yang harus diikuti</p>
3. Penyediaan air perpipaan dengan pengelolaan	Di jumpai hasil inspeksi sanitasi tidak baik	Memastikan kembali kualitas bakteriologi & bila perlu menyarankan untuk merebus atau menggunakan disinfektan di rumah-rumah	Membatasi sumber pencemaran dan/atau memperbaiki kerusakan yang dijumpai dalam inspeksi sanitasi
	Air pada sumbernya	a). Mengkhlorinasi penyediaan air bila mungkin	Melindungi sumber dan bangunan penangkapnya

Sumber & cara penye- diaan	Gejala informasi yang ada	Tindakan perbaikan segera	Tindakan pencegahan untuk menghindari terulangnya peristiwa
	secara kualitas bakteriologi tidak baik	atau menyarankan me rebus air atau mendis infeksi di rumah b). Melakukan inspeksi sanitasi detail & mem perbaiki kerusakan yang di jumpai	(ini sangat penting)
	Air pada sistem distribusi secara kualitas bakteriologi tidak baik	a). Bilamana sumber air tidak baik lakukan seperti dijelaskan diatas b). Bilaman sumber air baik tetapi sistem distribusi dicurigai, mengklorinasi sistem atau disarankan merebus atau mendisinfeksi di rumah c). Melaksanakan inspeksi sanitasi distribusi dan memperbaiki kerusakan yang di jumpai	Menambah frekuensi dan memperbaiki supervisi terhadap sistem distribusi dan perbaikan serta reparasi tepat sang at perlu, khususnya bagi sistem yang dioperasikan tidak terus menerus
	Epidemi setempat oleh penyakit saluran pencernaan	a). Ambil sampel untuk pemeriksaan kualitas bakteri. Tanpa menunggu hasilnya, lakukan khlorinasi umum atau menyarankan merebus air atau mendisinfeksi dirumah b). Lakukan inspeksi sanitasi detail terhadap sumber, dan sistem distribusi, dan perbaiki kerusakan yang di jumpai	Perlu menambah dan memperbaiki supervisi terhadap sumber dan sistem distribusi. Mengoperasi dan memperbaiki secara hati hati sistem semacam ini sangat perlu, terutama yang dioperasikan tidak terus menerus
4. Penye- diaan air	Di jumpai hasil inspeksi	Memastikan kembali kualitas bakteriologi dan	a). Perlu menambah frekuensi dan

Sumber & cara penyebaran	Gejala informasi yang ada	Tindakan perbaikan segera	Tindakan pencegahan untuk menghindari terulangnya peristiwa
perpipaan dengan pengolahan	sanitasi terhadap sumber air, pengolahan air dan/atau sistem distribusi tidak baik	bila perlu menyarankan untuk merebus atau menggunakan disinfektan dan/ atau saringan dirumah-rumah	<p>memperbaiki supervisi terhadap sistem secara keseluruhan. Mengoperasi dan memperbaiki dengan hati-hati khususnya bagi sistem yang dioperasikan tidak terus-menerus</p> <p>b). Menjamin bahwa pelaksanaan inspeksi sanitasi secara rutin dilakukan</p> <p>c). Memberikan umpan balik kepada unit pengelola sarana air bersih</p>
	Air setelah diolah atau air dalam sistem distribusi secara kualitas bakteriologi tidak baik	<p>a). Menjamin pelaksanaan khlorinasi atau menyarankan merebus air atau mendisinfeksi dirumah-rumah</p> <p>b). Melaksanakan inspeksi sanitasi detail seluruh sistem dan memperbaiki kerusakan yang di jumpai</p>	<p>a). Perlu menambah frekuensi dan memperbaiki supervisi terhadap sistem secara keseluruhan. Mengoperasi dan memperbaiki dengan hati-hati khususnya bagi sistem yang dioperasikan tidak terus menerus</p> <p>b). Menjamin bahwa pelaksanaan inspeksi secara rutin dilakukan</p> <p>c). Memberi umpan balik kepada unit pengelola sarana air bersih</p>
	Epidemi setempat oleh penyakit saluran pencernaan	a). Ambil sampel ulang untuk pemeriksaan kualitas bakteri. Tanpa menunggu hasilnya, lakukan khlorinasi umum atau menyarankan merebus air atau	a). Perlu menambah frekuensi dan memperbaiki supervisi terhadap sistem secara keseluruhan. Mengoperasi dan memperbaiki dengan hati-hati khususnya

Sumber & cara penyebaran	Gejala informasi yang ada	Tindakan perbaikan segera	Tindakan pencegahan untuk menghindari terulangnya peristiwa
		<p>mendisinfeksi dirumah</p> <p>b). Lakukan inspeksi sanitasi detail terhadap sumber dan sistem dan sistem distribusi dan perbaiki kerusakan yang di jumpai</p>	<p>bagi sistem yang dioperasikan tidak terus menerus</p> <p>b). Menjamin bahwa pelaksanaan inspeksi secara rutin dilakukan</p> <p>c). Memberi umpan balik kepada unit pengelola saran air bersih</p>
5. Penampungan air hujan yang tidak diolah	Epidemi setempat oleh penyakit saluran pencernaan	Lakukan klorinasi terhadap reservoir (tangi-tanki, bak-bak), atau disarankan merebus atau mendisinfeksi dirumah-rumah	<p>a). Menjamin bahwa bidang penangkap air dalam kondisi sanitasi yang baik dan membuang air pada permulaan hujan dikerjakan dengan benar</p> <p>b). Meningkatkan penyuluhan dan peran serta masyarakat</p>

Daftar pustaka

- Aziz, T., Pratiwi, D. and Rethiana, L. (2013) '*Pengaruh Penambahan Tawas Al₂(SO₄)₃ Dan Kaporit Ca (OCl)₂ Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Air Sungai Lambidaro*', *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3), pp. 55–65. Available at:
- Depkes RI. 2011. *Pedoman Pelatihan Water Test Kit Sistem Membran Filter*. Jakarta
- Djoko, Bowo. 2015, *Unit Operasi*. Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan, Surabaya
- E Seyhan, 2013, *Dasar-dasar Hidrologi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hadi, Wahyono. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum.*, ITS, Surabaya
- Joko, Tri. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Komala, Puti Sri dan yanarosanti, A. (2014) '*Inaktivasi Bakteri Escherichia Coli Air Sumur Menggunakan Disinfektan Kaporit*', *Jurnal Dampak*, 11(1), p. 34. doi: 10.25077/dampak.11.1.34-47.2014.
- Mulia Rickim, 2013, *Kesehatan Lingkungan*, Graha Ilmu , Yogyakarta
- Peraturan menteri kesehatan RI No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang: Persyaratan kualitas air minum
- Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Rahayu, P. and Sugito (2014) '*Kinerja Kaporit Terhadap Penurunan E-Coli Pada Himpam Tirta Sejati Di Desa Karangrejo Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik*', *Jurnal Teknik Waktu*, 12, pp. 48–56.
- Sasongko, Djoko. 2014,. *Teknik Sumber Daya Air*. Erlangga, Surabaya
- SP Didik, 2010. *Pengolahan air dan air limbah*, Jur Kesehatan Lingkungan, Surabaya.
- Suhana, Ana. 2014. *Membuat Perangkat Air Siap Minum*. Jakarta: Puspa Swara
- Suriawiryo Unus, 2012. *Mikrobiologi Air dan Dasa-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologi*. Bandung
- Sutrisno, Totok. Ir, C, dkk. 2014. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Wisnu Arya, 2010, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset Yogyakarta