

# **PROSES PENYARINGAN AIR SUNGAI MENJADI AIR BERSIH SIAP MINUM**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

**Oleh :**

**MUAMMAR KHADDAFI LUBIS  
NIM : 00.813.0039**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2007**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (Repository.uma.ac.id)12/12/23

## ABSTRAK

Modern Society tendency for the priority of health have altered their consumption pattern, if drink the ripe water assumed enough, now buy the refill water assumed more salutary. For those who fair to middling earning, usually chosen the drinking water in tidiness, while making which earning by the skin of one's teeth usually buy the drinking water refill which its price more oblique.

In this case writer give the alternative other; dissimilar for society to get the water with the up to standard high quality health and can be consumed without warm-up beforehand.

Way of job of screening appliance irrigate this river water pumped from source irrigate to [go] to Intake. where in it there are harsh filter & last refinement irrigated poured into water tank. where happened [by] the sediment sand, mud naturally, then irrigate the water of substance koagulant [in] tank III. hereinafter irrigate to step into the clearator [of] where happened [by] the forming of mud lump (floc) visually, then irrigate poured into [by] filter which in it there are four screening phase.

With the existence of this appliance [is] expected can assist the society in getting clean water so that can improve the society health. To take care of this appliance work perfectly hence periodical every unit from this appliance have to be cleaned, for the dismissal of sediment, have to be controlled / checked [by] each; every moment [of] [so that/ to be] remain to work perfectly.

## RINGKASAN

Kecenderungan masyarakat modern untuk memprioritaskan kesehatan telah mengubah pola konsumsi mereka, kalau dulu meminum air rebusan dianggap cukup sekarang membeli air galonan dianggap lebih menyehatkan. Buat mereka yang berpendapatan lumayan, biasanya memilih air minum dalam kemasan, sedangkan buat yang berpendapatan pas-pasan biasanya membeli air minum isi ulang yang harganya lebih miring.

Dalam hal ini penulis memberikan alternative lain bagi masyarakat untuk mendapatkan air dengan kualitas tinggi yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat dikonsumsi tanpa pemanasan terlebih dahulu.

Cara kerja alat penyaringan air sungai ini adalah, air dipompa dari sumber air menuju Intake dimana didalamnya terdapat saringan kasar & halus lalu air dialirkan ke bak pengendap dimana terjadi endapan pasir, lumpur secara alami, lalu air dibubuhkan bahan koagulant di bak III selanjutnya air masuk ke clearator dimana terjadi pembentukan gumpalan lumpur ( flocc ) secara visual, lalu air dialirkan ke filter yang didalamnya terdapat empat tahap penyaringan.

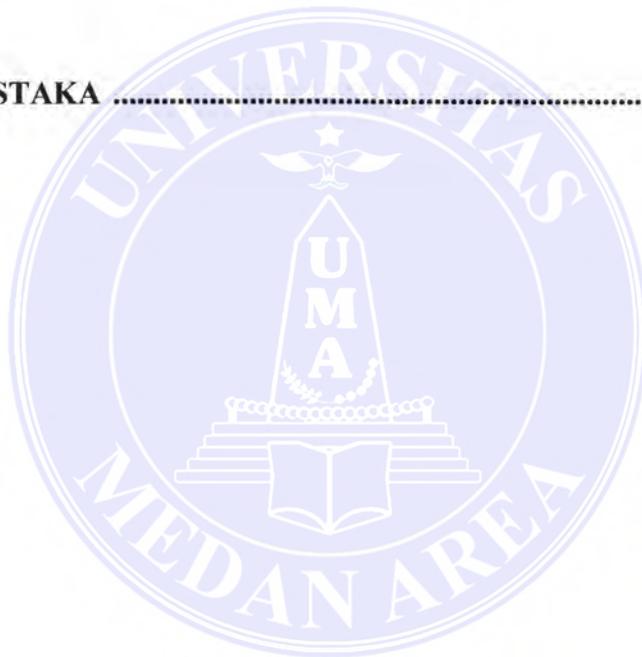
Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mendapatkan air bersih sehingga dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Untuk menjaga agar alat ini bekerja secara sempurna maka secara periodik tiap unit dari alat ini harus dibersihkan, untuk pembuangan endapan, harus dikontrol/diperiksa setiap saat agar tetap bekerja secara sempurna.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	3
I.3. Tujuan .....	3
I.4. Manfaat .....	4
I.5. Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II : LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
II.1. Klasifikasi Air .....	5
II.2. Sumber dan Kualitas Air .....	5
II.3. Hubungan Air Dengan Kesehatan .....	14
II.3.1. Penyakit-penyakit Yang Dapat Ditularkan Melalui Air ....	14
II.3.2. Adanya Patogenic Organisme Didalam Air .....	16
II.3.3. Adanya Non Patogenic Organisme .....	17
II.3.4. Air Sebagai Breeding Places Vektor .....	18
II.3.5. Air Sebagai Media Penularan Penyakit .....	19
II.4. Kandungan Bahan Kimia .....	20

II.5. Kegunaan Air Bagi Tubuh Manusia .....	22
II.6. Syarat-syarat Air Minum .....	23
II.7. Pemeriksaan Laboratorium .....	26
II.8. Standar Kualitas Air Minum .....	27
II.8.1. Tinjauan Tentang Standar Kualitas Fisik Air Minum .....	28
II.8.2. Tinjauan Tentang Standar Kualitas Khemis Air Minum ...	31
<b>BAB III : KERANGKA KONSEPTUAL .....</b>	<b>43</b>
III.1. Uraian Kerangka Konseptual .....	43
<b>BAB IV : METODE PERENCANAAN .....</b>	<b>45</b>
IV.1. Tempat .....	45
IV.2. Bahan .....	45
IV.3. Alat-alat Perkakas .....	46
<b>BAB V : PROSES PENYARINGAN AIR SUNGAI MENJADI AIR BERSIH SIAP MINUM .....</b>	<b>47</b>
V.1. Penyaringan .....	47
V.2. Penyaringan Air Sungai Menjadi Air Bersih Siap Minum .....	47
V.2.1. Pompa .....	48
V.2.2. Intake (Bangunan Penangkap Air) .....	63
V.2.3. Bak Pengendap .....	64
V.2.4. Pembubuhan Koagulant .....	65

V.2.5. Clearator .....	66
V.2.6. Filter .....	67
V.3. Perbandingan Mendasar Metode Penyaringan Air .....	70
<b>BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>76</b>
VI.1. Kesimpulan .....	76
VI.2. Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Jika kebutuhan air belum tercukupi, akan memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial. Air yang layak diminum mempunyai standard persyaratan tertentu yakni fisis, kimiawi, bakteriologis, dan syarat ini merupakan suatu kesatuan.

Seumpama saja satu parameter tidak memenuhi syarat, air tersebut tidak layak diminum. Pemakaian air minum yang tidak memenuhi standard kualitas, jelas akan menimbulkan gangguan kesehatan baik secara langsung, dan cepat maupun secara tidak langsung dan perlahan.

Kecenderungan masyarakat modern untuk memprioritaskan kesehatan telah mengubah pola konsumsi mereka, jika pada masa lalu meminum air rebusan dianggap cukup, kini membeli air galonan dianggap lebih menyehatkan.

Buat mereka yang berpendapatan lumayan, air galon yang dipilih umumnya berasal dari merek-merek air minum dalam kemasan ( AMDK ). Sedangkan buat masyarakat berpendapatan pas-pasan namun tetap ingin menikmati air higienis serta praktis, air gallon yang dipilih biasanya berasal dari depot air minum isi ulang yang harganya lebih miring.

Dalam hal ini penulis memberikan alternative lain yang dapat dipilih oleh masyarakat untuk mendapatkan air minum yang sehat, higienis, praktis, namun irit

dikantong, dengan cara mengelola air sungai sehingga didapatkan air dengan kualitas tinggi yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat dikonsumsi tanpa pemanasan terlebih dahulu.

Sebagaimana diketahui air sungai yang terdapat disekitar kita bila ditinjau dari kualitas dan kesehatan pada umumnya tidaklah langsung dapat dikonsumsi, tetapi diperlukan pengolahan atau penjernihan terlebih dahulu.

Pengolahan air ini sangat tergantung dari kondisi air yang dipunyai, adapun langkah pengolahan yang mungkin ditempuh antara lain :

- a) Pengolahan / penyaringan
- b) pembersih kuman
- c) pembersih bau dan warna

kita ketahui bahwasannya air ini adalah suatu zat cair yang sangat penting dan mutlak diperlukan dalam tubuh manusia, karena zat pembentuk tubuh sebagian besar terjadi dari air, yang menurut analisa kedokteran jumlah  $\pm 70\%$  dari berat tubuh masing-masing manusia adalah air.

Untuk mempertahankan jumlah kandungan air tersebut maka setiap orang membutuhkan 2400 – 2700 ml air setiap hari yang berasal dari minum dan makanan.

Dengan penambahan penduduk yang semakin pesat, dan dengan tingkat kehidupan yang bertambah baik, maka kebutuhan akan air yang memenuhi persyaratan baik dalam kualitas atau pun kuantitas sudah tentu bertambah pula, maka untuk ini diperlukan air yang berkualitas baik, ekonomis dan praktis.

Pengolahan air ini bertujuan untuk mendapatkan air yang bersih, aman, sehat serta memenuhi standard untuk diminum, jika kita lihat kerumah-rumah didaerah yang belum ada air leding, ternyata pengolahan air minum mereka masih sangat sederhana sekali, ataupun belum tersentuh pengolahan seperti yang kita harapkan, sehingga mereka selalu mengkonsumsi air yang jauh dari standard kesehatan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Dalam perumusan masalah penulis tetap berpegang pada teori dan praktek yang penulis dapatkan selama mengikuti kerja praktek di Universitas Medan Area (UMA). Melihat ruang lingkup yang memungkinkan untuk dibahas, maka dalam hal ini penulis akan menitikberatkan pada perencanaan proses penyaringan itu sendiri. Proses penyaringan ini berfungsi untuk menyaring air sungai menjadi air bersih yang siap untuk diminum.

## **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan dari pembuatan alat pengolahan air sungai menjadi air bersih siap minum :

- 1) Memudahkan masyarakat yang tinggal didaerah pedalaman untuk mendapatkan air bersih.
- 2) Meningkatkan kesehatan masyarakat
- 3) Alat ini relative murah dan terjangkau oleh masyarakat yang membutuhkan air tersebut.

#### **I.4. Manfaat**

Manfaat dari pembuatan alat pengolahan air sungai menjadi air bersih siap minum adalah :

- 1) Meningkatkan kesehatan masyarakat.
- 2) Masyarakat dapat menikmati air yang higienis dengan cara yang praktis.
- 3) Dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga.

#### **I.5. Batasan Masalah**

Berhubung dengan keterbatasan waktu dan kemampuan penulis maka pembahasan hanya meliputi :

- 1) Proses kerja dari air sungai menjadi air minum yang higienis dan berkualitas yang memenuhi syarat kesehatan
- 2) Water pump ( pompa air )

Biasanya kendala yang terjadi pada water pump adanya penyumbatan pada saringan yang diakibatkan endapan tanah / lumpur maka water pump tidak bekerja secara maksimal.

- 3) Mencuci tabung penyaring air
  - a) Dalam mencuci tabung yang biasa dilakukan membuka seluruh komponen saringan, tetapi hanya dengan membuka katup tertentu untuk mencuci sehingga dalam mencuci lebih efisien dan praktis.
  - b) Tabung yang akan dicuci harus bersih supaya air yang dihasilkan bersih dan dapat dikonsumsi manusia.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### II.1. Klasifikasi air

Berdasarkan hidrologi, yakni ilmu yang mempelajari fenomena air pada semua tahap yang dilaluinya, bila dikaitkan dengan sumber atau asalnya air, maka air tersebut dapat dibedakan antara lain :

- a) air hujan, embun atau pun salju
- b) air permukaan tanah terdapat pada permukaan tanah, dapat berupa air yang tergenang atau pun yang mengalir seperti : laut, sungai, dan danau

#### II.2. Sumber dan Kualitas Air

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan “cyclus hydrologie”.

Dengan adanya penyinaran matahari, maka semua air yang ada dipermukaan bumi akan menguap dan membentuk uap air. Karena adanya angin, maka uap air ini akan bersatu dan berada ditempat yang tinggi yang sering dikenal dengan nama awan. Oleh angin, awan ini akan terbawa makin lama makin tinggi dimana temperatur dia atas makin rendah, yang menyebabkan titik-titik air dan jatuh kebumi sebagai hujan. Air hujan sebagian mengalir kedalam tanah, jika menjumpai lapisan rapat air, maka peresapan akan berkurang dan sebagian air akan mengalir diatas lapisan rapat ini. Jika air ini keluar pada permukaan rapat bumi, maka air ini disebut mata air. Air permukaan yang mengalir dipermukaan bumi, umumnya berbentuk sungai-sungai

dan jika melalui suatu tempat rendah ( cekung ) maka air ini akan berkumpul, membentuk suatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir ke laut kembali dan kemudian akan mengikuti siklus hidrologi ini.

Air yang kita perlukan untuk memenuhi segala kebutuhan dapat diambil dari setiap titik dalam siklus hidrologi, tergantung pada teknologi yang kita miliki dan biaya yang tersedia untuk pengambilan tersebut dan untuk memperbaiki kualitasnya sehingga sesuai untuk penggunaannya.

Sumber-sumber yang umumnya ditinjau adalah :

- a) Atmosfir.
- b) Lautan.
- c) Air permukaan.
- d) Air tanah.

- a. Air atmosfir.

Air atmosfir berada dalam bentuk awan, jenis air ini mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi, tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri / debu dan lain sebagainya, maka untuk menjernihkan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi ( karat ). Juga air hujan ini mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

Namun hingga waktu ini belum ditemukan cara-cara yang murah untuk pengambilan air dari sumber tersebut.

#### b. Air laut

Ditinjau dari kandungan unsur-unsur yang sifatnya mengurangi kemurnian (impurities), air laut mempunyai kandungan unsur-unsur yang tinggi jika dibandingkan dengan jenis sumber air lainnya. Tingginya kadar unsur-unsur dalam air laut adalah merupakan akibat dari terjadinya proses penguapan.

Dengan kandungan unsur-unsur yang demikian tingginya, maka akan diperlukan proses desalinasi sebelum digunakan untuk berbagai keperluan. Secara teknis proses ini memang mungkin dapat diterapkan, namun biaya yang diperlukan akan sangat besar, baik untuk keperluan pembangunan instalasi maupun untuk keperluan operasinya, berhubung dengan besarnya penggunaan energi-energi.

Kadar zat padat terlarut dalam air laut berkisar antara 30.000 sampai 36.000 mg/l.

Cl	: 19.000 ppm	Ca	: 400 ppm	Sr	: 18 ppm
Na	: 10.600 ppm	k	: 380 ppm	B	: 4,6 ppm
Mg	: 1.270 ppm	Br	: 65 ppm		
S	: 880 ppm	C	: 28 ppm		

Tingkat salinitas air laut dan air yang dipengaruhi oleh air laut dinyatakan dengan kadar ( mg/l ) zat padat terlarut, dan clorida ( Cl ), atau kadar garam ( NaCl ).

### c. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi, atau campuran dengan air tanah, atau pun air tanah yang keluar pada musim kemarau. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh Lumpur, batang kayu, daun, kotoran industri, zat-zat mineral dan organik dalam bentuk partikel, serta dapat melarutkan garam-garam dan substansi-substansi lain yang sifatnya dapat larut dalam air. Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yang dapat dijelaskan sebagai berikut : udara yang mengandung oksigen atau gas  $O_2$  akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan,  $O_2$  akan meresap ke dalam air permukaan.

Panjangnya daerah pengotoran ini tergantung pada :

1. Sifat dan banyaknya pengotoran
  - Aliran sungai ( cepat / lambat )
  - Suhu / temperature
2. Kadar oksigen yang terlarut

Air permukaan ada dua macam yakni :

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

a. Air sungai.

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

b. Air rawa / danau.

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

Dengan adanya pembusukan kadar organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan ini kelarutan  $O_2$  kurang sekali ( anaerob ), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh algae ( lumut ) karena adanya sinar matahari dan  $O_2$ .

Jadi untuk pengambilan air, sebaiknya pada kedalaman tertentu ditengah-tengah agar endapan-endapan Fe, Mn, dan lumut tak terbawa.

d. Air tanah

Terbagi atas :

- 1) Air tanah dangkal
- 2) Air tanah dalam
- 3) Mata air

### 1) Air tanah dangkal.

Terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia ( garam-garam yang terlarut ) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air yang terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

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

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

Air tanah dangkal ini terdapat pada kedalaman 15 m . sebagai sumber air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Kuantitas kurang dan tergantung pada musim.

## 2) Air tanah dalam

Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tidak 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 keluar, dalam keadaan ini sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

Kualitas dari air tanah dalam :

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

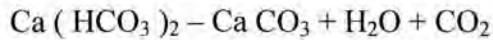
Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  dan  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ .

Untuk mengurangi kadar Fe yang menyebabkan korosi itu harus diadakan pengolahan dengan jalan *aerasi* yaitu memberikan kontak dengan udara sebanyak-banyaknya agar  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  dan  $(\text{OH})_4$  mengendap dan kemudian disaring. Air sadah tidak ekonomis dalam penggunaannya karena :

- a) Terlalu boros dalam pemakaian sabun.

Hal ini disebabkan karena air sadah mengandung  $\text{Ca}^{++}$  yang jika bereaksi dengan  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}(\text{COO})_2$  Ca yang menyebabkan tidak terbentuknya busa sabun. Setelah Ca habis, barulah busa akan berbentuk.

b) Mengganggu pada ketel-ketel air karena terjadi reaksi :



Dengan terjadinya endapan  $\text{CaCO}_3$  sebagai batu ketel, maka hal ini sangat mengganggu dalam pemindahan panas ( ada beda suhu ) sehingga sering terjadi ledakan pada ketel-ketel air atau sumbatan pada pipa-pipa.

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

3) Mata air.

Adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya / berasal dari tanah dalam, tidak terpengaruh musim, kualitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya terbagi atas : rembesan ( keluar dari lereng ), umbul ( keluar kepermukaan pada daratan ).

Air tanah umumnya juga mengandung garam-garam terlarut. Jenis dan kadar garam-garam yang terkandung dalam air tanah adalah tergantung pada kondisi tanah dalam lintasan aliran air tanah. umumnya, kadar konstituen terlarut dalam air tanah adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadarnya dalam air permukaan, disebabkan oleh lebih lamanya periode kontak antara air dan zat-zat yang larut yang berada dalam lapisan tanah.

Konstituen utama yang terdapat dalam air tanah adalah :

- a) Kation : Ca, Mg, Na, dan K
- b) Anion :  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl dan  $\text{NO}_3$

Konstituen-konstituen yang dapat dijumpai dalam kadar yang relative rendah atau sangat rendah adalah : Fe, Mn, Al,  $\text{SiO}_2$ , B, F, dan Se disamping itu, air tanah

mengabsorbir, pula gas-gas hasil dekomed sisi dan zat-zat organic. Gas-gas tersebut adalah / dapat berupa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{NH}_4$ . air tanah yang mengalir melalui daerah yang kaya akan zat organic yang sifatnya dapat terurai, dapat kehilangan kandungan oksigen terlarutnya. Oksigen tersebut digunakan oleh mikro organisme dalam perombakan zat organic.

Diantara sumber-sumber air yang ditinjau tersebut, air permukaan dan air tanah merupakan sumber-sumber yang paling luas penggunaannya sebagai sumber air untuk berbagai keperluan, keperluan industri maupun keperluan konsumsi domestic.

Dalam memilih jenis sumber yang akan kita gunakan sebagai sumber air untuk suatu keperluan tertentu, disamping kualitas air yang tersedia diambil dari sumber tersebut ( sehubungan dengan kualitas yang dibutuhkan ), perlu ditinjau pula kualitas air yang dihasilkan oleh setiap alternative sumber-sumber tersebut perlu diperbaiki.

Dengan demikian, maka apabila tersedia beberapa alternatif sumber pilihan perlu ditentukan atas dasar harga air persatuan volume, mencakup harga pengambilan, transmisi dan pengolahan. Penggunaan air tanah ( artesis ataupun bukan ) yang secepat lalu tampak jernih mungkin lebih mahal daripada penggunaan air sungai yang tampak lebih keruh, apabila untuk suatu keperluan tertentu maka biaya yang diperlukan untuk memperbaiki kualitas kimiawi air tanah tersebut lebih mahal dari pada biaya untuk memperbaiki biaya kualitas air sungai.

Untuk keperluan pemilihan tersebutlah kita perlu mengetahui criteria kualitas dan gambaran mengenai proses pengolahan yang akan diperlukan untuk memperbaiki karakteristik atau menurunkan kadar konstituen tertentu.

### **II.3. Hubungan Air Dengan Kesehatan**

Disamping air bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan manusia juga dapat memberikan pengaruh negative terhadap kesehatan manusia, apabila kualitasnya tidak memenuhi persyaratan kesehatan. Air yang digunakan untuk kebutuhan manusia sebagai air minum atau keperluan sehari-hari haruslah memenuhi syarat kesehatan antara lain bebas dari kuman penyebab penyakit dan tidak mengandung bahan beracun. Beberapa penyakit dapat disebabkan atau ditularkan melalui air yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan. (DEPKES RI 1990).

#### **II.3.1. Penyakit-penyakit Yang Dapat Ditularkan Melalui Air**

Penyakit-penyakit yang dapat ditularkan melalui air dapat dikelompokkan menjadi 4 kategori, yaitu :

##### **1. Water Born Desease**

Adalah penyakit yang ditularkan langsung melalui air minum, dimana kuman pathogen terdapat didalam air minum. Diantara penyakit-penyakit tersebut adalah penyakit cholera, typhoid, hepatitis, infeksiosa, dysentri, dan penyakit gastro enteritis.

## 2. Water Washed Disease

Adalah penyakit yang disebabkan karena kekurangan air untuk pemeliharaan hygiene perorangan. Penyakit ini sangat dipengaruhi oleh cara penularan dan dapat dikelompokkan menjadi 3 ( tiga ) yaitu :

- a) Penyakit infeksi saluran pencernaan, misalnya diare. Penyakit dalam kelompok ini serupa dengan yang terdapat pada water born yaitu : cholera, typhoid, hepatitis. Berjangkitnya penyakit ini erat dengan tersedianya air untuk makan, minum, dan memasak, serta untuk kebersihan alat-alat makan.
- b) Penyakit infeksi kulit dan selaput lendir, penyakit yang termasuk golongan ini antarlain penyakit infeksi fungsi pada kulit, penyakit conjunctifitas ( trachoma ). Berjangkitnya penyakit ini sangat erat dengan kurangnya penyediaan air bersih untuk masyarakat.
- c) Penyakit infeksi yang ditimbulkan oleh insekta parasit pada kulit dan selaput lender.insekta parasit akan mudah berkembang biak dan menimbulkan penyakit bila kebersihan perorangan dan kebersihan umum tidak terjamin.

## 3. Water Base Disease

Adalah penyakit yang ditularkan oleh bibit penyakit yang sebagian siklus hidupnya berada di air seperti schistosomiasis. Larva schistotomiasis hidup di dalam keong air. Setelah waktunya larva ini akan berubah bentuk menjadi curcuma dan dapat menembus kaki manusia yang berada didalam air tersebut. Air ini sangat erat hubungannya dengan kehidupan manusia seperti mandi, mencuci, dsb.

#### 4. Water Reacted Insecta Vector

Adalah penyakit yang ditularkan melalui vector yang hidupnya tergantung pada air misalnya : Malaria, demam berdarah, filloreasi, yellow fever, dan lain sebagainya. Nyamuk sebagai vector penyakit akan berkembang biak dengan mudah, bila dilingkungannya terdapat genangan-genangan air seperti genangan air, pot, dsb.

### II.3.2. ADANYA PHATOGENIC ORGANISME DIDALAM AIR

Organisme ini dapat menyebabkan penyakit atau gangguan kesehatan.

Beberapa contoh :

#### 1. Bakteri :

##### a) Virus cholera :

- Penyebab penyakit kolera
- Penularan melalui air, makanan, dan oleh lalat.

##### b) Salmonella typhi :

- Penyebab penyakitdemam typhoid
- Penularan melalui air, makanan.

##### c) Sighella dysentri :

- Penyebab penyakit disentri basiler.
- Penularan melalui air dengan cara vocal oral. Juga melalui kontak dengan susu, makanan dengan bantuan lalat.

d) *Salmonella paratyphi* :

- Penyebab penyakit demam typhoid.
- Penularan melalui air, juga dengan focal oral.

2. Protozoa :

- *Entamoeba histolytica*
- Penyebab penyakit disentri amuba ( amebic dysentri )
- Penularan melalui air, juga melalui makanan dengan bantuan lalat

3. Virus :

- Penyebab penyakit hepatitis inektiosa ( infectious hepatitis )
- Penularan melalui air, susu, makanan ( kerang dan kepiting )

### II.3.3. ADANYA NON PHATOGENIC ORGANISME

Beberapa non-photogenic organisme yang hidup dalam air akan menimbulkan gangguan dan kerugian pada manusia. Diantaranya adalah :

1. Actinomycetes ( moldikose bacterial ).

Terdapat didalam air yang kotor, dan dalam system distribusi air. Menyebabkan timbulnya rasa dan bau yang tidak diharapkan. Merupakan problem setempat, dan sporanya dapat menembus saringan air.

2. Algae :

Terdapat didalam genangan air kotor, menyebabkan timbulnya rasa dan bau yang tidak diharapkan. Adanya algae dipengaruhi oleh musim, dalam

jumlah yang berlebihan dapat menghambat pekerjaan filter pada system penyaringan air.

### 3. Coliform bakteri ( Bacteri Coli )

Terutama terdapat dalam permukaan air, dan air yang tercemar oleh kotoran manusia. Coliform bakteri dalam system air minum digunakan sebagai indicator apakah air telah tercemar oleh tinja manusia atau hewan.

### 4. Iron bacteria ( bakteri besi )

Terdapat didalam air tanah dan air permukaan yang mengandung besi. Menimbulkan warna yang berlendir, menyebabkan clogging pada pipa saringan di dalam sumur. Kadar besi : 0,1 – 0,2 mg/l air dapat merangsang pertumbuhan bakteri besi.

### 5. Free living worms ( cacing yang hidup bebas )

Kira-kira ada 7 spesies dari cacing nematode ini ditemukan dalam air yang telah diolah. Akibat yang telah ditimbulkan oleh cacing ini, ialah : adanya bau dan pandangan yang menjijikkan, sehingga air tersebut akan ditolak oleh konsumen. Dapat menembus saringan air lambat ( SPL ). Resisten terhadap chlorineausisa chlor dengan dosis biasa.

## II.3.4. AIR SEBAGAI BREEDING PLACES VEKTOR.

Beberapa jenis serangga dapat memindahkan kuman penyakit dari seorang penderita orang lain. Serangga yang dapat menularkan kuman penyakit tersebut disebut *vector*. Contoh : nyamuk anopheles, dalam putaran hidupnya vector mempunyai beberapa bentuk, telur larva, dan dewasa.

Masing-masing bentuk kehidupan membutuhkan tempat tinggal untuk hidupnya ( habitat ). Dalam hal ini larva dan telur membutuhkan habitat berupa air.

Sebagai contoh dapat dibaca pada tabel dibawah ini :

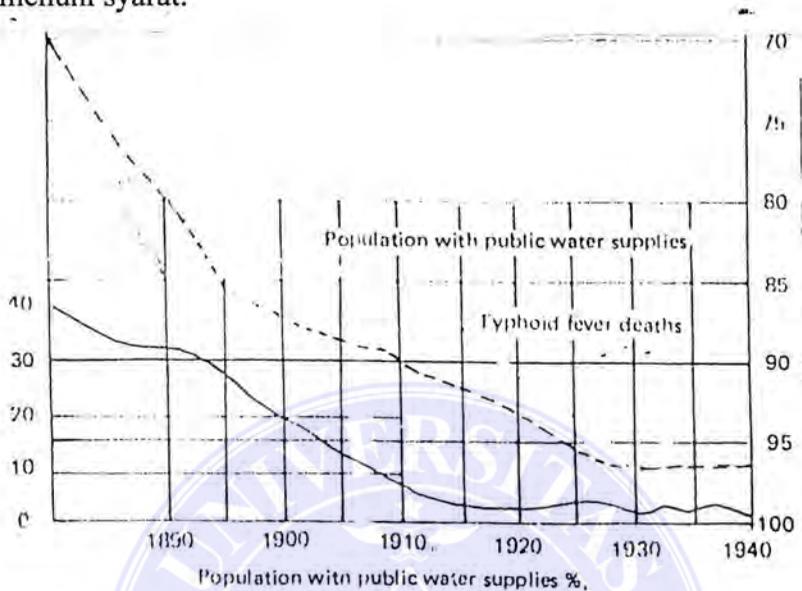
Telur dan larva nyamuk denan habitatnya.

No	Vector / Nyamuk	Habitat
1	Anopheles quadrimaculatus.	Air yang jernih, terlindung ada tumbuhan air.
2	Anopheles freeborni.	Air yang jernih, terlindung ada tumbuhan air.
3	Culex pipiens	Air yang tercemar.
4	Mansonia Perturbans	Air yang ada tumbuhan airnya.
5	Aedes Aegypti	Air didalam kaleng, pot, tempat penyimpanan air.

### II.3.5. AIR SEBAGAI MEDIA PENULARAN PENYAKIT.

Beberapa penyakit dapat ditularkan melalui air. Dalam hal ini air berfungsi sebagai media atau vehicle ( kendaraan ). Untuk mengurangi tumbuhnya penyakit atau menurunkan angka kematian salah satu usahanya adalah dengan meningkatkan penggunaan air minum yang memenuhi persyaratan.

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



#### II.4. KANDUNGAN BAHAN KIMIA.

Air mempunyai sifat melarutkan bahan kimia. *Abel woman* menyatakan bahwa air rumusnya adalah :  $H_2O + X$ , dimana X merupakan zat-zat yang dihasilkan air buangan oleh aktivitas manusia, maka factor X tersebut dalam air akan bertambah dan merupakan masalah.

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

1. Arsen : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05 mg/l. dikenal sebagai racun, chroniceffet, bersifat carsinogenic dengan melalui kontak.

2. Barium : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 1,5 mg/l. dikenal sebagai bahan kimia yang bersifat toksis terhadap hati, aliran darah, nervous.
3. Cadmium : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,01 mg/l. sebagai racun yang akut bagi manusia melalui makanan.
4. Chromium : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05 mg/l. Carcinogenic pada pernafasan, bersifat kumulatif .
5. Lead : ( timah hitam ) : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05 mg/l. dikenal sebagai racun melalui makanan, air, rokok.
6. Mercury : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,002 mg/l. dikenal sebagai racun pada pekerja dan ikan. Terdapat didalam air alam kurang dari 1mg/l. terdapat didalam makanan.
7. Nitrate ( nitrat ) : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air minum 10 mg/l. air sumur dengan kandungan 15-250 mg/l menyebabkan methemoglobinemia pada bayi yang disebabkan karena susu yang dicampur dengan air tersebut.
8. Selenium : kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air minum 0,01 mg/l. dikenal sebagai racun yang berhubungan dengan pekerjaan dan menyebabkan keracunan pada anak bila lebih dari 3-4 mg/kg makanan masuk.
9. Silver ( perak ). Kadar maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,05 mg/l. menyebabkan penyakit argria, warna kulit yang kelabu kebiru-biruan.

10. Sulfate : konsentrasi maksimum yang masih dibolehkan dalam air 250 mg/l. menyebabkan laxative apabila kadarnya berupa magnesium dan sodium.
11. Besi : konsentrasi maksimum yang masih dibolehkan dalam air 0,3 mg/l. besi berguna untuk metabolisme. Nilai ambang rasa 2 mg/l. menimbulkan warna, menyebabkan timbulnya koloidal yang berwarna dalam air.
12. tembaga : konsentrasi maksimum yang dibolehkan dalam air 250 mg/l. penting untuk metabolisme. Menyebabkan air mempunyai rasa tertentu. Nilai ambang rasa 1-5 mg/l.
13. Chlorida : konsentrasi maksimum yang dibolehkan dalam air 250 mg/l. kadar yang berlebihan menyebabkan air asin rasanya.
14. Fluor : kekurangan fluor didalam air akan menyebabkan caries gigi, dan kelebihan fluor menyebabkan fluor esis. Kadar didalam air minum 1-2 mg/l.

## II.5. KEGUNAAN AIR BAGI TUBUH MANUSIA.

Tubuh manusia sebagian terdiri atas air, kira-kira 60-70% dari berat badannya. Untuk kelangsungan hidupnya, tubuh manusia membutuhkan air yang jumlahnya antara lain tergantung berat badan. Orang dewasa kira-kira memerlukan air 2200 gram setiap harinya ( WOLF ).

Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk : proses pencernaan, metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan. Apabila tubuh kehilangan

banyak air, maka akan mengakibatkan kematian. Sebagai contoh : penderita penyakit kolera.

Keadaan yang membahayakan bagi penderita kolera adalah dehidrasi, artinya kehilangan banyak air. Maka pertolongan pertama dan utama bagi penderita kolera adalah pemberian cairan kedalam tubuh penderita tersebut dengan menggunakan garam oralit.

Untuk menjaga kebersihan tubuh, diperlukan juga air, mandi dua kali sehari dengan menggunakan air bersih, diharapkan orang akan bebas dari penyakit kudis, dermatitis dsb.

## II.6. SYARAT-SYARAT AIR MINUM.

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

- Kondisi negara masing-masing
- Perkembangan ilmu pengetahuan
- Perkembangan teknologi

Dengan demikian dikenal beberapa standar air minum, antara lain :

- American drinking water standard.
- British drinking water standard.
- W.H.O. drinking water standard.

Dari segi kualitas air minum harus memenuhi :

- a) Syarat fisik :
  - Air tidak boleh berwarna.

- Air tidak boleh berasa.
- Air tidak boleh berbau.
- Suhu air hendaknya dibawah sela udara ( sejuk  $\pm 25^0$  C ).
- Air harus jernih.

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

	Kadar ( bilangan ) yang diisyaratkan	Kadar ( bilangan ) yang tidak boleh dilampaui
Keasaman sebagai PK	7,0 – 8,5	Dibawah 6,5 dan diatas 9,5
Bahan-bahan padat	Tidak melebihi 50 mg/l	Tak melebihi 1.500 mg/l
Warna ( skala Pt CO )	Tidak melebihi kesatuan	Tak melebihi 50 kesatuan
Rasa	Tak mengganggu	
Bau	Tak mengganggu	

b) Syarat-syarat kimia :

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

**Table 1.1 drinking table quality criteria W.H.O.**

<b>PH</b>	<b>7,0 – 8,5</b>	<b>T.Zn ppm</b>	<b>5</b>
<b>ALKALINITY</b>	<b>-</b>	<b>T.Cr ppm</b>	<b>0,05</b>
<b>NH<sub>3</sub>-N ppm</b>	<b>0,5</b>	<b>Cr<sup>6+</sup> ppm</b>	<b>-</b>
<b>NO<sub>2</sub>-N ppm</b>	<b>-</b>	<b>T. Mg ppm</b>	<b>-</b>
<b>NO<sub>3</sub>-N ppm</b>	<b>40</b>	<b>T.As ppm</b>	<b>0,2</b>
<b>CL-ppm</b>	<b>200</b>	<b>T.FF ppm</b>	<b>1</b>
<b>SO<sub>4</sub>ppm</b>	<b>200</b>	<b>CN ppm</b>	<b>0,01</b>
<b>KMnO<sub>4</sub> CONS ppm</b>	<b>10</b>	<b>Phenol ppm</b>	<b>0,001</b>
<b>T.S. ppm</b>	<b>-</b>	<b>R chlorine ppm</b>	<b>-</b>
<b>T, Hardness</b>	<b>100 – 50</b>	<b>T.Cd</b>	<b>-</b>
<b>Ca<sup>++</sup> ppm</b>	<b>75</b>	<b>Radio</b>	<b>10<sup>-9</sup> c/ml</b>
<b>Mg<sup>++</sup> ppm</b>	<b>50</b>	<b>Activity</b>	<b>10<sup>-8</sup> c/ml</b>
<b>T.Fe ppm</b>	<b>0,3</b>	<b>General</b>	<b>-</b>
<b>T.Mn ppm</b>	<b>0,1</b>	<b>Bacteria</b>	<b>-</b>
<b>T.Cu ppm</b>	<b>1</b>	<b>Caliform</b>	<b>MPN 10</b>
<b>T.Pb ppm</b>	<b>0,1</b>	<b>Bacteria</b>	<b>All year</b>

## c) Syarat-syarat bakteriologik :

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

Bakteri golongan coli ini berasal dari usus besar ( faeses ) dan tanah. bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah :

- Bakteri typhsum
- Vibrio colerae
- Bakteri dysentriae
- Entamoeba hystolotica
- Bakteri enteritis ( penyakit perut )

Air yang mengandung golongan coli dianggap telah terkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia.

Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologis, tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri pathogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan coli.

## II.7. PEMERIKSAAN LABORATORIUM

Sebelum dilakukan pengolahan air, maka sebaiknya lebih dulu kita lakukan pemeriksaan laboratorium terhadap air tersebut, pemeriksaannya meliputi antara lain :

- a) Pemeriksaan kimiawi, sering dilakukan untuk mengetahui kadar chlor dalam air dan keasaman / PH air. Disamping itu untuk mengetahui kadar mineral dan jenis mineral agar jangan sampai melewati standar.
- b) Pemeriksaan bakteriologis, untuk melihat ada / tidak adanya E coli yang dipilih sebagai indikator karena kuman tersebut mudah ditemui dimanamana.

Berdasarkan pengolahan air, maka dapat dibedakan beberapa macam air yaitu :

1. Air tanpa pengolahan, yaitu air yang tidak tercemar.
2. Air yang membutuhkan desinfeksi saja, yakni air yang jernih, tetapi mengandung e coli sebanyak 50/100ml air.
3. Air yang membutuhkan penyaringan pasir cepat, dan chlorination yakni air yang tercemar e coli dan mengandung 5000/100 ml air.
4. Air yang membutuhkan penyaringan pasir cepat, chlorination dan presedimentation / penyimpangan selama 30 hari. Yakni air yang tercemar dengan e coli 5000-20000/1000 ml air.
5. air yang membutuhkan pengolahan secara istimewa yakni air yang tercemar dengan e coli lebih dari 250000 pada setiap 100 ml air dan setiap kali pemeriksaan.

## II.8. STANDAR KUALITAS AIR MINUM.

Berbicara mengenai standar air minum, saat ini dikenal beberapa jenis standar kualitas air minum, baik yang bersifat nasional maupun internasional. Standar kualitas yang bersifat nasional hanya berlaku bagi suatu Negara yang menetapkan standar tersebut sedangkan yang bersifat internasional berlaku pada berbagai Negara yang belum memiliki atau menetapkan standar kualitas secara sendiri.

Standar kualitas air minum bagi Negara Indonesia terdapat dalam peraturan menteri kesehatan R.I. No. 01 / BIRHUKMAS / I / 1975 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum.

Sedangkan sebagai pembanding, dibawah ini dikemukakan beberapa hal tentang standar kualitas air minum dari public health service drinking water standard.

### II.8.1. Tinjauan Tentang Standar Kualitas Fisik Air Minum.

Dalam standar persyaratan fisis air minum tampak adanya 4 unsur persyaratan meliputi : suhu, bau, rasa, dan kekeruhan. Dalam tinjauan berikut ini akan dapat diperoleh pengertian lebih jauh tentang unsur-unsur tersebut, khususnya dalam hubungannya dengan dicantumkannya unsur-unsur tersebut dalam standar persyaratan kualitas.

#### a) Suhu.

Temperature dari air akan mempengaruhi penerimaan ( acceptance ) masyarakat akan air tersebut dan dapat mempengaruhi pula reaksi kimia dalam pengelolaan, terutama apabila temperatur tersebut sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan adalah  $50^{\circ}\text{F}$  -  $60^{\circ}\text{F}$  atau  $10^{\circ}\text{C}$  -  $15^{\circ}\text{C}$ , tetapi iklim setempat, kedalaman pipa-pipa saluran air dan jenis dari sumber-sumber air akan mempengaruhi temperature ini. Disamping itu, temperature pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyak bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus.

Secara umum, kelarutan bahan-bahan padat dalam air akan meningkat, meskipun ada beberapa pengecualian. Pengaruh temperature pada kelarutan terutama tergantung pada efek panas secara keseluruhan pada larutan tersebut. Kalau panas larutan tersebut adalah endothermic, maka larutan meningkat dengan meningkatnya temperature. Kalau panas dari larutan exothermic, kelarutan akan menurun dengan naiknya temperature.

Tidak semua standar persyaratan kualitas air minum mencantumkan suhu sebagai salah satu unsur standar. Meskipun demikian, uraian tersebut diatas dapat memberikan gambaran alasan mengapa suhu dimasukkan sebagai salah satu unsur standar persyaratan, yakni dapat disimpulkan untuk :

- a. Menjaga penerimaan masyarakat terhadap air minum yang dibutuhkannya.
- b. Menerima derajat toksisitas dan kelarutan bahan-bahan polutan yang mungkin terdapat dalam air, serendah mungkin.
- c. Menjaga adanya temperature air yang sedapat mungkin tidak menguntungkan bagi pertumbuhan mikroorganisme dan virus dalam air.

Penyimpangan terhadap standar suhu ini, yakni apabila suhu air minum lebih tinggi dari suhu udara, jelas akan mengakibatkan tidak tercapainya maksud-maksud tersebut diatas, yakni akan menurunkan penerimaan masyarakat, meningkatkan toksisitas dan kelarutan bahan-bahan polutan, dan dapat menimbulkan kehidupan mikroorganisme dan virus tertentu.

#### a) Bau dan Rasa

Adanya bau dan rasa pada air minum akan mengurangi penerimaan pada masyarakat terhadap air tersebut. Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-sama dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe organisme mikroskopis, serta persenyawaan-persenyawaan kimia seperti phenol.

Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa dapat meningkat, bila terhadap air dilakukan chlorinasi. Karena pengukuran bau dan rasa ini tergantung pada reaksi individual, maka hasil yang dilaporkan adalah tidak mutlak.

Standar persyaratan air minum yang menyangkut bau dan rasa ini baik yang ditetapkan oleh WHO maupun U.S. Public Health Service menyatakan bahwa dalam air tidak boleh terdapat bau dan rasa yang tidak diinginkan.

Efek kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh adanya bau dan rasa dalam air ini adalah

- a) Serupa dengan unsur warna, dengan air minum yang berbau dan berasa ini, masyarakat akan mencari sumber-sumber air yang lain.
- b) Ketidak sempurnaan menghilangkan bau dan rasa pada cara pengolahan yang dilakukan, dapat menimbulkan kekhawatiran bahwa air yang terolah secara tidak sempurna itu masih mengandung bahan-bahan kimia yang bersifat toksis.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa efek yang ditimbulkan adalah merupakan efek yang terjadi secara tidak langsung.

- a) kekeruhan.

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau bau yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi : tanah liat, Lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya. Nilai numeric yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada turutcampurnya bahan-bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sample.

Nilai ini tidak secara langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut. Kekeruhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi ia menjadi tidak disenangi karena rupanya. Untuk membuat air memuaskan untuk penggunaan

rumah tangga, usaha penghilangan secara hamper sempurna bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan adalah penting.

Standar yang ditetapkan oleh *U.S. Public health Service* mengenai kekeruhan ini adalah batas maksimal 10 ppm dengan skala silikat, tetapi dalam praktek angka standar ini umumnya tidak memuaskan. Kebanyakan bangunan pengolahan air yang modern menghasilkan air dengan kekeruhan 1 ppm atau kurang. Menurut Clair N Sawyer dkk. Dikatakan bahwa kekeruhan pada air merupakan suatu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bagi umum, mengingat bahwa kekeruhan tersebut akan mengurangi segi esthetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi.

## II.8.2. TINJAUAN TENTANG STANDAR KUALITAS KHEMIS AIR MINUM

Dari daftar standar kualitas air minum dapat dilihat adanya unsur-unsur yang tercantum dalam standar kualitas khemis dari pada air minum.

Dalam peraturan menteri kesehatan R.I No 01 / BIRHUKMAS / 1 / 1975 tercantum sebanyak 26 macam unsur standar. Beberapa diantara unsur-unsur tersebut tidak di kehendaki kehadirannya pada air minum, karena merupakan zat kimia yang bersifat racun, dapat merusak perpipaan.

Bahan-bahan tersebut adalah : Nitrit, sulfide, ammonia, dan CO<sub>2</sub> agresif. Beberapa unsur-unsur meskipun dapat bersifat racun, masih dapat ditolerir kehadirannya dalam air minu asalkan tidak melebihi konsentrasi yang ditetapkan. Unsur / bahan-bahan tersebut adalah : phenolik, arsen, selenium, chromin martabat 6, cyanide, cadmium, timbale, dan air raksa.

Dibawah ini akan diberikan gambaran lebih jelas tentang sifat pengaruh unsur-unsur tersebut dalam air, sumber dari unsur-unsur dan akibat yang dapat ditimbulkan apabila konsentrasi adanya unsur-unsur tersebut dalam air melebihi standar yang ditetapkan

### 1. Derajat keasaman ( pH )

pH adalah merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asan atau basa suatu larutan. Air merupakan juga suatu cara untuk menyatakan konsentrasi ion  $H^+$ . dalam penyediaan air, pH merupakan suatu faktor yang harus dipertimbangkan mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktifitas pengolahan yang akan dilakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air, dan dalam pencegahan korosi. Yang sangat penting diketahui adalah konsentrasi  $OH^+$  suatu larutan tidak akan diturunkan sampai nol, bagaimanapun asamnya larutan, dan bahwa konsentrasi  $H^+$  tak akan dapat diturunkan sampai nol, bagaimanapun basanya larutan.

Sebagaimana suatu vector lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan atau kehidupan mikroorganisme dalam air, secara empiric pH yang optimum untuk tiap spesies harus ditentukan. Kebanyakan mikroorganisme tumbuh terbaik pada pH 6,0 – 8,0 meskipun beberapa bentuk mempunyai pH optimum rendah 2:0 (*thiobacillus thiooxidans*), dan lainnya punya pH optimum 8,5 (*alcaligenes faecalis*). Pengetahuan ini sangat diperlukan dalam penentuan range pH yang akan diterapkan pada usaha pengelolaan air bekas yang menggunakan proses-proses biologis.

Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal ini yakni bahwa pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan dapat menyebabkan korosi pada pipa-pipa air, dan dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan.

## 2) Zat Padat / jumlah ( total solid )

Bahan padat ( solid ) adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu  $103^0 - 105^0c$ . dalam analisa air, dikenal beberapa istilah tentang bahan padat ini. Istilah-istilah itu adalah :

- Dissolved solids dan undissolved solids
- Volatile solids dan fixed solids
- Settleable solids dan unsetttable solids

Dalam portable water kebanyakan bahan padat terdapat dalam bentuk terlarut ( dissolved ) yang terdiri terutama dari garan an-organic, selain gas-gas yang terlarut. Kandungan total solids pada portable water biasanya dalam range antara 20 – 1000 mg/l,

Dan sebagai suatu pedoman kekerasan dari air akan meningkat dengan meningkatnya total solid. Disamping itu, pada semua bahan cair, jumlah koloid yang tidak terlarut dan bahan yang tersuspensikan meningkat sesuai derajat dan pencemaran.

Tingginya / besarnya angka total solids merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga, umumnya air dengan kandungan total solids kurang dari 500mg/l yang diharapkan untuk keperluan

tersebut. Meningkatkan dalam beberapa hal pengolahan untuk menurunkan bahan padat ini tidak dilakukan, maka *U.S. Public Health Service* menetapkan batas standar maksimum total solids sebesar 1000mg/l untuk air minum.

Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal total solids ini, yakni bahwa air akan memberi rasa yang tidak enak pada lidah, rasa mual terutama yang disebabkan natrium sulfat, magnesium sulfat, dan terjadinya “ cardiac disease ” serta toxaemia pada wanita hamil.

### 3) Zat Organic ( sebagai $\text{KMnO}_4$ )

Zat organic yang terdapat dalam air berasal dari :

- a. Alam : minyak tumbuh-tumbuhan, serat-serat minyak dan lemak hewan, alcohol, sellulose, gula, pati, dsb.
- b. Sintesa : berbagai persenyawaan dan buah-buahan yang dihasilkan dari proses-proses dalam pabrik.
- c. Fermentasi : alcohol, acetanol, glycerol, antibiotic, asam-asam dan sejenisnya yang berasal dari kegiatan mikro organismeterhadap bahan-bahan organic.

Adanya bahan-bahan organic dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan sifat fisik dari air, sebagai mana telah penulis utarakan, terutama dengan timbulnya bau, rasa, dan kekeruhan yang tidak diinginkan. Adanya zat organic dalam air akan diketahui dengan menentukan angka permanganatnya. Walaupun  $\text{KMnO}_4$  sebagai oksidator yang dipakai tidak dapat mengoksidasi semua zat organic yang ada, namun cara ini sangat praktis dan cepat pengerjaannya.

Standar kandungan bahan organik dalam air minum menurut dep. Kes. R.I. maksimal yang diperbolehkan adalah 10 mg/l. pengaruh yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan dapat menyebabkan sakit perut.

#### 4) CO<sub>2</sub> agresif

CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam air berasal dari udara dan dari hasil dekomposisi zat organik. Permukaan air biasanya mengandung CO<sub>2</sub> bebas kurang dari 10 mg/l, sedangkan pada dasar air konsentrasinya dapat lebih dari 10 mg/l, menurut bentuknya CO<sub>2</sub> dalam air dapat dibedakan dalam :

- a) CO<sub>2</sub> bebas yaitu banyaknya CO<sub>2</sub> yang larut dalam air.
- b) CO<sub>2</sub> kesetimbangan ( equilibrium ), disebut juga CO<sub>2</sub> berkarbonat yaitu CO<sub>2</sub> yang dalam air setimbang dengan HCO<sub>3</sub>.
- c) CO<sub>2</sub> agresif yaitu CO<sub>2</sub> yang dapat merusak bangunan perpipaan dalam distribusi air minum.

CO<sub>2</sub> agresif dalam air dapat ditentukan dengan cara grafis dan analisis. Penyimpangan terhadap standar konsentrasi maksimal CO<sub>2</sub> agresif dan air akan menyebabkan terjadinya korosifitas pada pipa-pipa logam.

#### 5) Kesadahan Jumlah ( total hardness )

Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion ( kation ) logam valensi 2, ion-ion semacam itu mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Sr<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup>.

Sedangkan anion-anoin yang biasa terdapat dalam air adalah HCO<sub>3</sub>, CT, No<sup>-</sup>

3.

Ion-ion  $Al^{+++}$  dan  $Fe^{+++}$  kadang-kadang dianggap sebagai penyebab kesadahan pada air. Namun kelarutannya dibatasi pada nilai pH dari air alam, sehingga konsentrasi ion dapat diabaikan.

Kesadahan dalam air sebagian besar adalah berasal dari kontakannya dengan tanah dan pembentukan batuan. Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas ( topsoil ) tebal, dan ada pembentukan batu kapur. Air lunak berasal dari daerah dimana lapisan tanah tipis dan pembentukan batu kapur tidak ada.

Yang dimaksud kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion  $Ca^{++}$  dan  $Mg^{++}$  secara bersama-sama. Ini disebabkan karena kebanyakan kesadahan dalam air alam disebabkan dua kation tersebut. Ketentuan standar dari Dep.Kes. R.I. untuk kesadahan adalah 5 – 10 °c.

Pengaruh langsung terhadap kesehatan akibat penyimpangan standar ini tidak ada, tetapi kesadahan dapat menyebabkan sabun pembersih tidak efektif kerjanya.

## 6) Calcium ( Ca ).

Calcium adalah merupakan sebagian dari komponen yang menyebabkan kesadahan. Sedangkan efek secara ekonomis maupun secara kesehatan yang ditimbulkan oleh kesadahan telah penulis utarakan, yaitu berupa timbulnya lapisan kerak pada ketel-ketel pemanas air, pada perpipaan yang menurutnya efektifitas dari kerja sabun. Selain itu adanya Ca dalam air sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan akan unsure tersebut, yang khususnya diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan gigi.

Oleh karenanya, untuk menghindari efek yang tidak diinginkan akibat dari terlalu rendah atau terlalu tingginya kadar Ca dalam air minum, ditetapkanlah standar persyaratan konsentrasi Ca sebesar 75 – 150 mg/l.

Konsentrasi Ca dalam air minum yang lebih rendah dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi, dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air.

### **7) Magnesium ( Mg )**

Seperti halnya calcium, magnesium juga merupakan bagian dari komponen penyebab kesadahan pada air. Dalam jumlah kecil Mg dibutuhkan dalam tubuh untuk pembentukan tulang, tetapi dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa mual.

### **8) Besi ( Fe )**

Adanya unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh untuk metabolisme tubuh. Untuk keperluan ini tubuh memerlukan 7 – 35 mg/l unsur tersebut perhari yang tidak hanya diperolehnya dari air. Konsentrasi unsur ini dalam air yang melebihi 2mg/l akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Adanya unsur ini dapat pula menyebabkan bau dan warna pada air minum, dan warna koloid pada air.

Selain itu konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/l akan menyebabkan warna air menjadi kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman, dalam jumlah kecil unsur ini diperlukan tubuh untuk pembentukan sel-sel darah merah. atas pertimbangan tersebut diatas maka ditetapkan standar besi dalam air adalah 0,1 – 1 mg/l.

### 9) Mangan ( Mn )

Endapan  $MnO_2$  akan memberikan noda-noda pada bahan / benda yang berwarna putih. Adanya unsure ini akan menimbulkan bau dan rasa pada minuman, disamping itu konsentrasi pada 0,05 mg/l unsur ini merupakan akhir batas dari usaha penghilangan dari kebanyakan air yang dapat dicapai. Kemungkinan unsure ini merupakan nutrient yang penting dengan kebutuhan perhari 10 mg yang diperoleh dari makanan. Unsure ini bersifat toksis pada pernafasan.

Konsentrasi Mn yang lebih besar dari 0,5 mg dapat memberikan rasa yang aneh pada minuman dan meninggalkan warna kecoklatan pada pakaian, dan dapat menyebabkan kerusakan pada hati. Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan yang ditetapkan adalah sebesar 0,05 – 0,5 mg/l.

### 10) Tembaga ( Cu )

Tembaga merupakan salah satu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme. Konsentrasi batas dari unsur ini rasa pada air bervariasi antara 1 – 5 mg/l. konsentrasi 1 mg/l merupakan batas dari konsentrasi tertinggi untuk mencegah rasa yang tidak menyenangkan.

Dalam jumlah kecil Cu diperlukan untuk pembentukan sel-sel darah merah, namun dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak dilidah. Konsentrasi standar maksimum untuk Cu adalah 0,05 – 0,5 mg/l.

### 11) Zinc ( Zn )

Unsur ini penting dan berguna dalam metabolisme, dengan kebutuhan perhari 10 – 15 mg. pada konsentrasi 675 – 2280 mg/l dapat menyebabkan muntah. Dengan garam-garam seng akan menjadi seperti susu pada konsentrasi 30 mg.l dan menjado

berasa logam pada konsentrasi 40 mg/l. konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan sebesar 1,0 – 15,0 mg/l.

## 12) Chloride ( Cl )

Konsentrasi 250 mg/l unsur ini dalam air merupakan batas maksimal konsentrasi yang dapat menyebabkan timbulnya rasa asin. Konsentrasi chloride dalam air dapat meningkat tiba-tiba melalui kontak dengan air bekas. Chloride mencapai air alam dengan banyak cara kemampuan melarutkan pada air adalah untuk melarutkan chloride dari humus ( topsoil ) dan lapisan-lapisan yang lebih dalam.

Percikan darilaut terbawa kepedalaman sebagai tetesan atau sebagai kristal-kristal garam kecil, yang dihasilkan dari penguapan dalam air dari tetes air tersebut. Sumber-sumber ini secara tetap mengisi chloride didaerah pedalaman dimana mereka jatuh.

Kotoran-kotoran manusia khususnya urine, mengandung chloride yang jumlahnya sama dengan chloride yang dikonsumsi melalui makanan dan minuman. Jumlah ini kira-kira 6 gr chloride perorang perhari dan ditambah jumlah Cl dalam air bekas ( sawage ) kira-kira 15 mg/l diatas konsentrasi dalam air yang membawanya, disamping itu banyak air buangan industri yang mengandung Cl dalam jumlah yang cukup besar.

Cl dalam konsentrasi yang layak tidak berbahaya bagi manusia. *U.S. Public Health Service* menyatakan bahwa Cl hendaknya dibatasi s/d 250 mg/l dalam air yang digunakan oleh umum. Sebelum prosedur pemeriksaan bakteriologis berkembang percobaan kimia untuk Cl dan nitrogen dalam berbagai bentuk, digunakan sebagai dasar dalam pendeteksian kontaminasi air tanah dan air bekas.

Cl dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan. Unsur ini apabila dikaitkan dengan dengan ion  $\text{Na}^+$  dapat menyebabkan rasa asin, dan dapat merusak pipa-pipa air. Konsentrasi maksimal Cl dalam air yang ditetapkan adalah sebesar 200 – 600 mg/l.

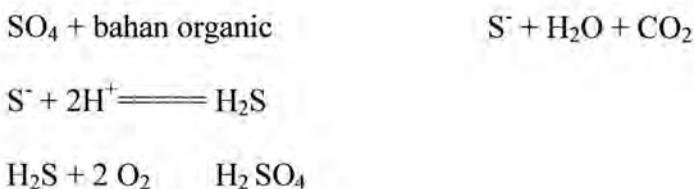
### 13) Sulfat ( $\text{SO}_4$ )

Ion sulfat adalah salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam. Ia merupakan sesuatu yang penting dalam penyediaan air untuk umum karena pengaruh pencucian perut yang banyak terjadi pada manusia, apabila ada dalam konsentrasi yang cukup besar. Karena alasan inilah *U.S. Public Health Service* menyatakan batas tertinggi 250 mg/l dalam air yang dapat digunakan oleh manusia.

Sulfat penting dalam penyediaan air untuk umum maupun produksi, karena kecenderungan air untuk mengandungnya dalam jumlah yang cukup besar untuk membentuk kerak air yang keras pada ketel dan alat pengubah panas. Sulfat merupakan suatu bahan yang perlu dipertimbangkan, sebab secara langsung merupakan

“ penanggung jawab ” dalam dua problem yang serius yang dihubungkan dengan penanganan dan pengolahan air bekas.

Masalah ini berupa masalah bau dan korosi pada perpipaan yang diakibatkan dari reduksi sulfat menjadi hydrogen sulfide dalam kondisi anaerob, sebagai mana ditunjukkan pada persamaan berikut :



$H_2SO_4$  merupakan asam kuat yang selanjutnya akan dapat bereaksi dengan logam-logam yang merupakan bahan dari pipa yang dipergunakan, dan terjadilah apa yang dinamakan dengan korosi. Masalah bau disebabkan dengan terbentuknya  $H_2S$  yang merupakan suatu gas yang berbau.

Efek laksatif pada sulfat dapat ditimbulkan pada konsentrasi 600 – 1000 mg/l, apabila  $Mg^+$  dan  $Na^+$  merupakan kation yang bergabung dengan  $SO_4$  atau  $MgSO_4$  ini adalah berupa rasa mual dan ingin muntah. Konsentrasi standard yang ditetapkan adalah 200 – 400 mg/l.

#### 14) Sulfide ( $H_2S$ )

Adalah  $H_2S$  maupun  $S^-$  dalam air biasa merupakan kelanjutan dari terdapatnya  $SO_4$  dalam air tersebut yang telah direduksi oleh bakteri-bakteri anaerob.  $H_2S$  merupakan gas yang sangat beracun dan berbau busuk, sehingga kehadirannya dalam air sangat mempengaruhi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut. Selain itu, dalam jumlah besar dapat memperbesar keasaman air sehingga dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa logam.

Oleh karena sifat-sifat  $H_2S$  dan pengaruh-pengaruh yang dapat ditimbulkan apabila ia berada dalam air minum yang dapat dikonsumsi manusia, maka dalam standar kualitas air minum ditetapkan bahwa dalam air minum tidak boleh mengandung  $H_2S$  ataupun  $S^-$  tersebut.

#### 15) Fluoride ( F )

Terdapatnya fluoride yang berlebihan dalam air minum dapat dikaitkan dengan terjadinya peristiwa pencemaran udara yang dikaitkan oleh penggunaan cryolite (  $Na_3AlF_6$  ) sebagai pelarut  $Al_2O_3$  dalam cara elektrolitik pada usaha

memproduksi alumunium. Dalam meningkatkan temperatur, cryolit mencair dan mendesak suatu tekanan uap yang cukup besar. Akibatnya sejumlah fluoride mengembun membentuk asap ( smoke ) dan banyak dari bahan tersebut mengendap.

Fluoride adalah zat yang untk karena adanya konsentrasi tertinggi dan terendah dalam air minum yang diketahui dapat mengakibatkan efek yang mengganggu maupun yang bermanfaat bagi manusia. Diketahui bahwa penggunaan selama bertahun-tahun yang mengandung 8 – 20 mg/l akan menyebabkan perubahan pada tulang manusia.



## BAB III

### KERANGKA KONSEPTUAL

#### III.1 Uraian Kerangka Konseptual



### 1. Start

Dilakukan untuk mengetahui judul skripsi apa yang akan dibawa pada saat proses seminar dan sidang, naninya sebagai Prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Mesin (UMA).

### 2. Studi diperpustakaan.

Studi diperpustakaan dilakukan untuk mendapat gambaran secara teoritis mengenai kegiatan yang akan dilakukan.

### 3. Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mencocokkan hasil yang didapat dari hasil referensi apakah temuan dilapangan sama atau tidak.

### 4. Perhitungan dan Analisa

Perhitungan dan Analisa dilakukan setelah proses pengambilan data selesai dilakukan sehingga dalam proses perhitungan analisa nantinya sesuai dengan data yang ada dan rumus – rumus apa saja yang digunakan.

### 5. Seminar

Setelah pengajuan proposal dilakukan kemudian pengajuan seminar tugas akhir tentang judul yang dibawa.

### 6. Hasil dan Kesimpulan

Setelah selesai melakukan penelitian baru dihasilkan beberapa kesimpulan dalam proses perencanaan alat penyaringan air minum.

### 7. Sidang

Penanggungan jawaban tugas akhir.

### 8. Selesai.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### VI.1. Kesimpulan.

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya, maka disini penulis dapat mengambil satu kesimpulan dimana pengolahan / penyaringan air sungai yang dengan sempurna merupakan suatu hal yang sangat perlu guna kehidupan dan kesehatan masyarakat pada umumnya.

Karena dengan mengkonsumsi air yang baik dan bersih serta sesuai dengan standar air minum, kita dapat terhindar dari berbagai macam penyakit yang dapat diakibatkan oleh kualitas air yang sangat buruk untuk dikonsumsi.

Dalam hal ini kita selalu melihat terutama didesa-desa, umumnya masalah air yang sehat kurang menjadi perhatian mereka. Mungkin mereka tidak mengerti atau juga tidak pernah tersentuh pengetahuan kesehatan pada masyarakat baik dari pemerintah maupun dari bimbingan lainnya.

#### VI.2. Saran.

Dalam hal ini penulis menyarankan melalui karya ilmiah ini dengan harapan semoga dapat membantu para pembaca khususnya dalam bidang pengolahan maupun penyaringan air siap minum. Janganlah dibiasakan mengkonsumsi air yang kurang bersih, kesehatan sangatlah penting bagi kita semua.

Akhir kata semoga penelitian ini dapat memberikan sedikit informasi kepada para pembaca bagaimana cara-cara pengolahan / penyaringan air sungai untuk keperluan rumah tangga siap minum yang sehat.



## DAFTAR PUSTAKA

- 1) **SOIL MANAGEMENT, TROPICAL AND SUBTROPICAL  
Environment, bulletin 1987**
- 2) **DR.H.R.RITONGA DKM. ANALISA AIR TANAH  
Untuk Kehidupan, Mobil Oil - 1989**
- 3) **Dr. BAJARI. S. DKM, PENJERNIHAN AIR SUMUR  
Untuk Konsumsi Masyarakat, Mobil Oil - 1991**
- 4) **Teknik Penyehatan, Berita ITB 1990**
- 5) **Pompa Hydron, RDC – ITB : 187**
- 6) **Pengamatan Penerapan Dan Analisa Lapangan Di Lhokseumawe  
1991**
- 7) **PT. ADHITYA EKA PRATAMA.  
SAFETY INSPECTION, CERTIFICATION & TRAINING  
SERVICES  
Air pengisi ketel uap dan pengolahannya.**