

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Kualitas Air

1. Pengertian

Standar Kualitas air minum adalah batas operasional dari kriteria kualitas air dengan memasukkan pertimbangan non teknis, misalnya kondisi sosial-ekonomi, target atau tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan yang ada, dan teknologi yang tersedia. Berdasarkan Permenkes RI No 907/MENKES/SK/2002 yang membedakan antara kualitas air bersih dan air minum adalah standar kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis dan radiologis maksimum yang diperbolehkan. Persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih meliputi persyaratan kualitatif, persyaratan kuantitatif, dan persyaratan kontinuitas.

2. Standart kualitas air

Standart kualitas air dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, gangguan teknis dan gangguan dari segi estetika. Syarat mutlak yang harus dipenuhi agar air dapat digunakan sebagai air minum adalah mutu dan kualitas air minum yang ditetapkan dalam Kepmenkes RI No 907/MENKES/SK/2002 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air minum.

Tabel 3.1 Persyaratan Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Kepmenkes RI No907 Tahun 2002
1	pH	mg/l	6,5-8,5
2	Fe	mg/l	≤ 1
3	DO	Mg/l	-

Sumber : Kepmenkes RI No.907 Tahun 2002

Kualitas air harus memenuhi persyaratan antara lain:

a. *Syarat-syarat fisik*

1. Secara fisik air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar). Rasa seperti asin, manis, pahit dan asam tidak boleh terdapat dalam air minum untuk masyarakat.
2. Bau yang bisa terdapat dalam air adalah bau busuk , amis dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersama-sama dalam air.

Warna dipersyaratkan dalam air minum untuk masyarakat karena pertimbangan estetika.

Ada 2 (dua) macam warna pada air yaitu *apparent color* dan *true color*. *Apparent color*, ditimbulkan karena adanya benda-benda zat tersuspensi dari bahan organik. Hal ini lebih mudah diatasi dibanding dengan jenis *true color*. *True color* adalah warna yang ditimbulkan oleh zat-zat bukan zat organik.

Syarat lain yang harus dipenuhi secara fisik adalah suhu. Suhu sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C, bila terjadi perbedaan maka batas

yang diperbolehkan adalah 25°C ± 2°C

b.Syarat-syarat Kimia

Air minum tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Persyaratan kimia tersebut antara lain :

1) PH (tingkat keasaman).

- a) Khususnya pada $\text{pH} < 6,5$ dan $\text{pH} > 9,5$ akan mempercepat terjadinya reaksi korosi pada pipa distribusi air minum. Apabila nilai pH jumlah mikroorganisme patogen semakin banyak, maka hal ini dapat membahayakan kesehatan manusia.
- b) Zat padat total merupakan bahan yang tertinggal sebagai residu setelah proses penguapan dan pengeringan pada suhu $103 - 105^{\circ}\text{C}$.
- c) Zat organik dalam air dapat berasal dari alam (tumbuh-tumbuhan, alkohol, selulosa, gula dan pati), proses sintesa (proses-proses industri.), dan proses fermentasi (alkohol, asam, dan akibat kegiatan mikroorganisme)
- d) CO_2 yang terdapat dalam air berasal dari udara dan dari hasil dekomposisi zat organik. Menurut bentuknya CO_2 dapat dibedakan dalam :
 - (1) CO_2 bebas : banyaknya CO_2 yang larut dalam air.
 - (2) CO_2 keseimbangan : CO_2 yang dalam air setimbang dengan HCO_3 .
 - (3) CO_2 agresif : yaitu CO_2 yang dapat merusak bangunan, perpipaan

2) Kesadahan total (total hardness)

Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi, misalnya Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{+} , dan Mn^{+} . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersama-sama. Air sadah menyebabkan pemborosan pemakaian sabun pencuci dan mempunyai titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan air biasa.

a) Kalsium (Ca)

Kalsium dalam air minum dalam batas-batas tertentu diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Namun, nilai Ca lebih dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosi dalam pipa.

b) Besi dan Mangan

Zat-zat lain yang selalu ada dalam air adalah besi dan mangan. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Hal ini disebabkan karena daya pengikat chlor, selain digunakan untuk mengikat zat organik, juga digunakan untuk mengikat besi dan mangan, sehingga sisa chlor menjadi lebih sedikit dan hal ini memerlukan desinfektan yang semakin besar pada proses pengolahan air. Besi dan mangan menyebabkan warna air menjadi keruh.

c) Tembaga (Cu)

Pada kadar yang lebih besar dari 1 mg/l akan menyebabkan rasa tidak enak pada lidah dan dapat menimbulkan kerusakan pada hati.

d) Seng (Zn)

Kelebihan kadar Zn > 5 mg/l dalam air minum menyebabkan rasa pahit.

e) Chlorida (Cl)

Kadar chlor yang melebihi 250 mg/l akan menyebabkan rasa asin dan korosif pada logam.

f) Fluorida (F)

Kadar F < 1 mg/l menyebabkan kerusakan gigi atau carries gigi. Bila terlalu banyak akan menyebabkan gigi berwarna kecoklatan.

g) Logam-logam berat (Pb, As, Se, Cd, Cr, Hg, CN)

Adanya logam-logam berat dalam air akan menyebabkan gangguan pada jaringan syaraf, pencernaan, metabolisme oksigen, dan kanker.

c.. Syarat-syarat biologis

Air minum tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitic seperti kuman-kuman thypus, kolera, dysentri dan gastroenteritis.

Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indicator pencemar air

d. Syarat-syarat radiologis

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-

B. Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Pengolahan air minum merupakan usaha teknis yang dilakukan untuk menghasilkan produk air minum sesuai dengan standar kualitas air yang layak minum. Untuk memenuhi standar tersebut perlu melewati tiga pengolahan, yaitu secara fisika, biologi, kimia.

1. *Pengolahan secara fisika*

Pengolahan air secara fisika dilakukan melalui tahapan Penyaringan (filtrasi). Penyaringan/filtrasi merupakan proses pemisahan padatan yang terlarut di dalam air. Menurut (Sugiharto, 1987) beberapa jenis pengolahan yang sering dipergunakan antara lain :

a. *Trickling filter*

Berbentuk tumpukan bahan granular, sebagai media tempat lekat tumbuh dari mikro organism. Sebuah pipa distributor yang mengucurkan air sambil berputar diatas saringan granular itu, menyiramkan air limbah, yang segera mengucur dan membasahi dinding partikel butiran tersebut. Setelah pipa distributor lewat, maka gantian udara bebas menerobos di antara sela pori, dan memberikan zat asam kepada mikro organisme untuk menjalankan proses yang diinginkan.

b. *Mikrostraining*

Saringan *mikrostraining* terdiri dari bahan drum yang di putar, sedangkan drum itu di bungkus ayakan bahan *stainless stell*. Pada penggunaannya

drum berputar dengan 2/3 bagian dari drum yang terendam di dalam air limbah. Dengan demikian air yang cukup jernih dapat masuk ke dalam drum, sedangkan lumpurnya tertahan pada ayakan pembungkusnya dan melekat sehingga ikut terangkat pada waktu berputar. Pada waktu lumpur berada pada daerah yang tidak terendam air sehingga terbawa keluar. Tenunan bahan stainless steel berdiameter 20 – 50 mikron akan menghasilkan debit penyaringan sebanyak 2 – 6,8/m²/detik.

c. Vacum Filter

Saringan ini terdiri dari drum horizontal yang dilapisi dengan filter medium atau spiral, kemudian drum diputar di dalam campuran lumpur dan limbah dengan ¼ bagian dari drum terendam ke dalam larutan. Dengan adanya penyedotan yang dilakukan dari dalam drum, maka kotoran akan menempel pada lapisan *filter* sedangkan airnya dapat masuk ke dalam drum untuk dibuang. Kotoran yang menempel akhirnya akan terbawa oleh putaran drum ke atas dan selama berada di luar air limbah akan mengalami pengeringan, setelah kering kotoran akan dikerok oleh penggaruk yang telah dipasang secara tetap. Setelah mengalami pengerokan maka lapisan tersebut akan masuk kembali ke dalam air limbah.

d. Pengendapan

Pengendapan bertujuan untuk memisahkan air dan partikel-partikel padat

e. Penyerapan (*adsorbition*)

Penyerapan secara umum adalah proses mengumpulkan benda-benda terlarut yang terdapat dalam larutan antara dua permukaan. Antar permukaan itu bisa antara cairan dan gas, zat padat atau lain cairan, bahkan penyerapan dipergunakan pada permukaan zat padat dan zat yang kental.

f. *Precoal Filter*

Saringan dengan tanah diatomeus atau perlite (Siliceos rock) dengan kepadatan 0,16 gr/cc. Saringan ini dapat menghasilkan 0,34- 3,4 liter/ m³/detik, dan banyak dipergunakan pada industry dan kolam renang.

g. Osmosis bolak-balik

Osmosis bolak-balik adalah proses di mana air dipisahkan dari garam yang larut di dalam cairan melalui penyaringan lapisan tipis/selaput yang lentur, pada tekanan yang lebih bila di dibandingkan dengan tekanan osmosis yang disebabkan oleh larutan garam di dalam air limbah.

2. *Pengolahan secara biologi*

Pengolahan air secara biologi dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

a. Pemanasan

Pemanasan dilakukan untuk membunuh bakteri

b. Penyinaran dengan sinar ultraviolet

Penggunaan sinar ultraviolet merupakan cara modern membunuh bakteri.

c. Chlorinasi

Proses ini biasanya dilakukan di bak penampungan air, seperti menambahkan bahan kimia yang mengandung senyawa chlor, senyawa-senyawa yang digunakan antara lain gas chlor, senyawa kaporit, dan senyawa sodium chlorite (NaClO_2).

3. Pengolahan secara kimia

Pengolahan air secara kimia dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

a. Penambahan koagulasi

Penambahan koagulasi bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan partikel yang tidak dapat mengendap dalam air dengan metode koagulasi. Bahan kimia yang digunakan adalah tawas, kapur, dan kaporit.

b. Aerasi

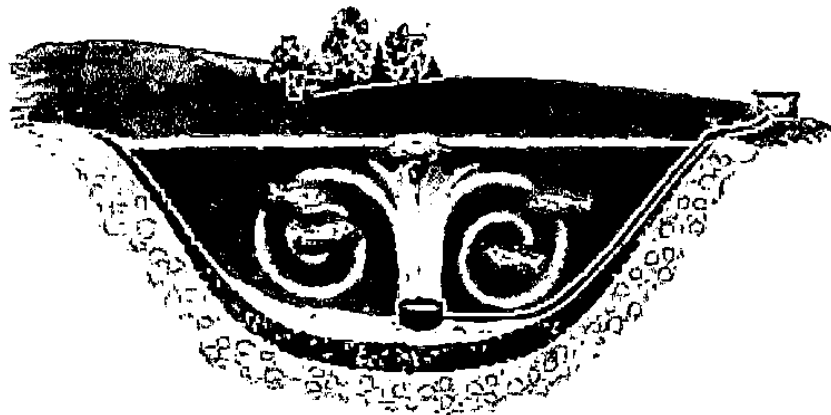
Pengambilan zat pencemar yang terkandung di dalam air limbah merupakan tujuan pengolahan air limbah. Penambahan oksigen

sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang di ambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur (Sugiharto,1987).

Pada prakteknya terdapat dua cara untuk menambahkan oksigen ke dalam air limbah yaitu :

1). Memasukkan udara ke dalam air limbah

Adalah proses memasukkan udara atau oksigen murni ke dalam air limbah melalui benda porous atau nozzle.



Gambar 3.1. Aerasi dengan memasukkan udara ke dalam air limbah

(www.geocities.com)

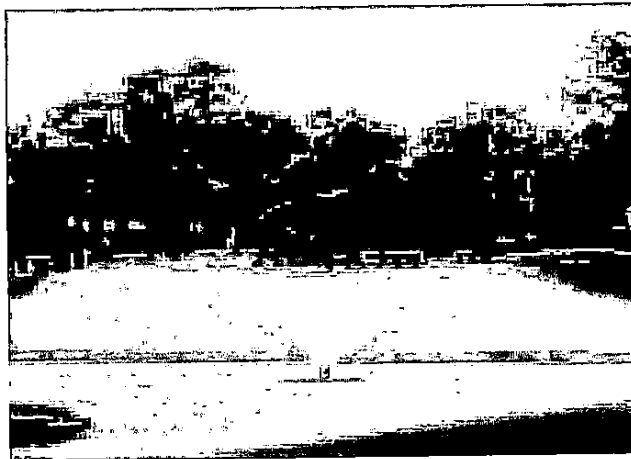
Apabila nozzle diletakkan di tengah-tengah, maka akan meningkatkan

kecepatan berkontakannya gelembung udara tersebut dengan air limbah

sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu biasanya nozzle ini diletakkan pada dasar bak aerasi. Udara yang dimasukkan adalah berasal dari udara luar yang dipompakan ke dalam air limbah oleh pompa tekan.

2). Memasukkan air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Adalah cara mengontakkan air limbah dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling yang diletakkan pada permukaan air limbah. Akibat dari pemutaran ini, air limbah akan terangkat ke atas dan dengan terangkatnya maka air limbah akan mengadakan kontak langsung dengan udara sekitarnya.

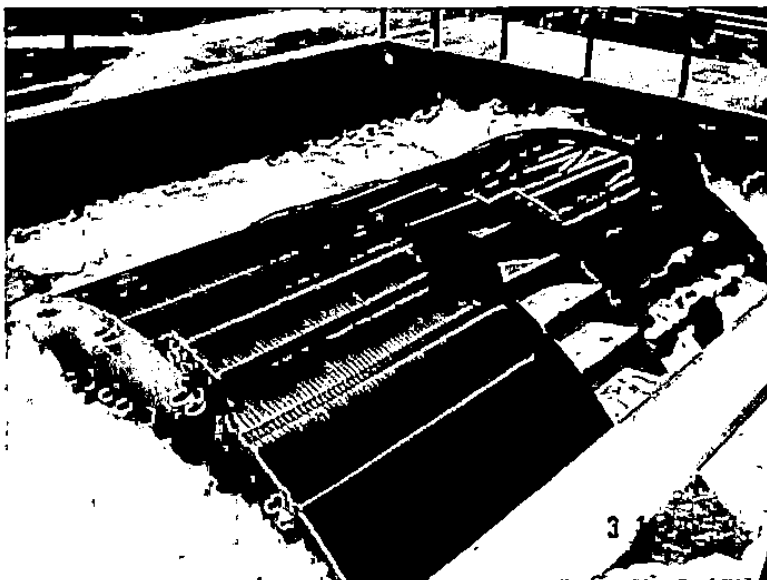


Gambar 3.2. Aerasi dengan memasukkan air ke atas untuk berkontak

dengan oksigen (www.geocities.com)

3). *Rotating Biological Contactor (RBC)*

Sebuah silinder besar, berdiameter sekitar 3 meter, yang dibuat dari polystyrene , atau PVC, dicelupkan bagian bawahnya ke dalam kolam berisi air limbah. Dengan memutar perlahan lahan silinder ini pada sumbunya, sebanyak 1 atau 2 putaran per-menit, maka terjadilah proses aerobik oleh mikro organisme yang lekat tumbuh pada kisi-kisi silinder ini, dan sudah membentuk slime (lapisan lender tipis). Kemudian secara bergantian, slime ini akan mendapat lumuran air limbah dalam kolam pada saat tercelup, dan mendapatkan udara berisikan zat asam segar pada saat berada pada putaran atas. Putaran silinder ini juga bermanfaat untuk membantu mempercepat lepasnya slim yang sudah terlalalu tebal.



Gambar 3.2 *Rotating Biological Contactor* (Hindarke, 2003)

Secara spesifik *aerasi* ditunjukkan untuk:

- a) Penambahan kandungan oksigen pada air tanah untuk mengoksidasikan ion-ion besi dan mangan terlarut, juga untuk mendapatkan jumlah oksigen terlarut (DO) pada jumlah yang diinginkan dalam suatu pengolahan air bersih.
- b) Mereduksi *hydrogen sulfide* untuk menghilangkan bau, rasa tidak sedap dan menurunkan korosi pada metal dan pelapukan besi.
- c) Mereduksi gas methan, untuk mencegah kebakaran dan ledakan.

Mereduksi lapisan minyak dan substansi lain penyebab bau dan rasa tidak sedap yang ditimbulkan algae serta mikroorganisme lain (Gardon, 1968 dalam Ferawati, 2006).

C. Bahan Filtrasi

1. Karbon aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai *atsorben* (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan

dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif. Arang aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif. Karbon aktif yaitu karbon dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus dapat memiliki luas permukaan dalam yang sangat besar antara 300 - 2000 m²/gram. Pada dasarnya ada dua jenis karbon aktif yaitu karbon aktif fasa cair yang dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti misalnya arang sekam padi dengan bentuk butiran rapuh dan mudah hancur, mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna dan kontaminan organik lainnya, sedangkan karbon aktif fasa gas dihasilkan dari bahan dengan berat jenis tinggi (Pohan,). Karbon aktif terdiri dari berbagai mineral yang dibedakan berdasarkan kemampuan adsorpsi (daya serap) dan karakteristiknya. Sumber bahan baku dan proses yang berbeda akan menghasilkan kualitas karbon aktif yang berbeda. Sumber bahan baku karbon

aktif terdiri dari kayu, ampas tebu, kulit buah, batok kelapa, batubara muda dan sisa bahan bakar minyak (Reynold, 1982).

2. Batu apung

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung ber dinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas volkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesicular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit. Jenis batuan lainnya yang memiliki struktur fisika dan asal terbentuknya sama dengan batu apung adalah pumicit, volkanik cinter, dan scoria.

Didasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel (fragmen), dan material asalnya, batu apung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu: sub-aerial, sub-aqueous, new ardante, dan hasil endapan ulang (*redeposit*). Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: hilang pijar (*Loss of Ignition*) 6%, pH 5, bobot isi ruah 960 kg/cm³, peresapan air (*water absorption*) 16,67%,

tekan terhadap beban tinggi, konduktivitas panas (*thermal conductivity*) rendah, dan ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam. Keterdapatannya selalu berkaitan dengan rangkaian gunungapi berumur Kuartar sampai Tersier. Penyebarannya meliputi daerah Serang, Sukabumi, Pulau Lombok, dan Pulau Ternate. (www.tekmira.esdm.go.id)

3. Zeolit

Istilah zeolit berasal dari Zein (bahasa Yunani) yang berarti membuih dan lithos berarti batu. Zeolit adalah senyawa aluminosilikat yang terhidrasi, dengan unsur utama terdiri dari kation alkali atau alkali tanah. Senyawa ini memiliki pori-pori yang dapat diisi dengan air. Selain itu, zeolit memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan komponen yang terkandung serta dapat menukar berbagai jenis kation tanpa merubah struktur utama penyusunnya.

Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga diisi oleh air dan kation yang dapat dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Zeolit sebagai filtrasi berfungsi menurunkan kadar Fe, memisahkan dan melepaskan senyawa organik yang dapat mencemari air bersih. Oleh sebab itu, dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator (Kuncoro, 2007).

Agar dapat dimanfaatkan dan memperoleh zeolit dengan kemampuan tinggi diperlukan beberapa pengolahan, antara lain :

a. Preparasi

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan

b. Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam Kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada disekitar kation. Bila Kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300 – 400°C, maka air akan keluar sehingga zeolit berfungsi sebagai penyerap gas dan cairan.

c. Penukar ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas, sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifa adsorbs dan aktivasi katalis

d. Katalis

Ciri yang paling khusus dari zeolit yang secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini adalah ruang kosong yang akan membentuk saluran yang ada didalam stukturanya. Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis, maka akan terjadi difusi molekul kedalam ruang bebas diantara kristal. Dengan demikian dimensi serta lokasi saluran sangat penting.

e. Penyaringan atau pemisahan

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah

Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul.

D. Parameter Kualitas Air Bersih

1. Kadar besi (Fe)

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologi dan semua badan air. Pada air permukaan jarang ditemukan kadar Fe lebih dari 1mg/l, tetapi di dalam air tanah kadar Fe jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur (Sumestri, 1984 dalam Hendra, 2007).

Fe dalam air bersih dapat menimbulkan berbagai gangguan yaitu:

- a. Menimbulkan warna kuning dalam air.
- b. Pada konsentrasi tinggi menimbulkan rasa dan bau logam.
- c. Menimbulkan noda-noda pada pakaian yang berwarna terang dan alat-alat sanitasi.
- d. Menyokong pertumbuhan bakteri besi.
- e. Pada konsentrasi tinggi dapat beracun bagi manusia.

Banyak sedikitnya kandungan Fe dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Fe = \frac{1000 \times n}{V \times 1000}$$

(3.1)

V = Volume air sampel (ml)

n = Jumlah tetesan larutan standar Fe yang sesuai larutan standar

0,1 = mg/l standar larutan Fe standar

Besarnya *efisiensi* penurunan dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan :

E = *Efisiensi* penurunan (%)

C_o = Konsentrasi awal (mg/l)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/l)

2. Power hidrogen (pH)

- a. Konsentrasi ion hydrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH-nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam. (Sugiharto, 1987).
- b. Air dikatakan bersifat netral apabila pH=7,00, bersifat asam apabila pH 1-6, basa apabila pH 8-14. Indikator guna mengetahui derajat keasaman digunakan cairan indikator PP (phenolphtatein), metal orange, brom kresol

hijau, dan yang lebih mudah dan dapat mengukur secara tepat dapat menggunakan alat ukur pH meter.

- c. Nilai pH akan berpengaruh terhadap mikroba dalam air sehingga perlu adanya nilai empiris yang memberikan pertumbuhan optimum untuk mikroba. Kebanyakan mikroba tumbuh baik pada pH 6-8, hal ini harus diperhatikan benar dalam setiap usaha pengolahan air yang menggunakan proses biologis.
- d. Power hydrogen (pH) lebih rendah dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan menyebabkan korosi, bisa juga menyebabkan senyawa-senyawa berubah menjadi racun yang membahayakan. Pada instalasi perpipaan nilai pH harus diperhatikan karena dapat merusak pipa (Sumestri,1984).

3. Dissolved Oxygen/Oksigen Terlarut (DO)

Nilai DO menunjukkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Banyak sedikitnya kandungan oksigen dapat dipakai untuk menunjukkan banyak sedikitnya kandungan bahan organik dalam air. Angka DO yang kecil menyebabkan matinya organisme aerob, sehingga organisme anaerob akan berkembang biak dengan baik dan akan menguraikan bahan-bahan organik seperti hydrogen sulfide yang dapat meningkatkan korosi pada air. Semakin besar oksigen yang terlarut maka menunjukan derajat pengotoran yang relative kecil

Banyak sedikitnya kandungan DO dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$DO = \frac{1000}{V} \times t \times f \times 0,2 \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan :

V = Volume air sampel = 100 ml

t = Banyaknya titrasi

0,2 = Ketetapan koefisiensi

f = Faktor koreksi

Besarnya *efisiensi* penurunan dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan :

E = Efisiensi penurunan (%)

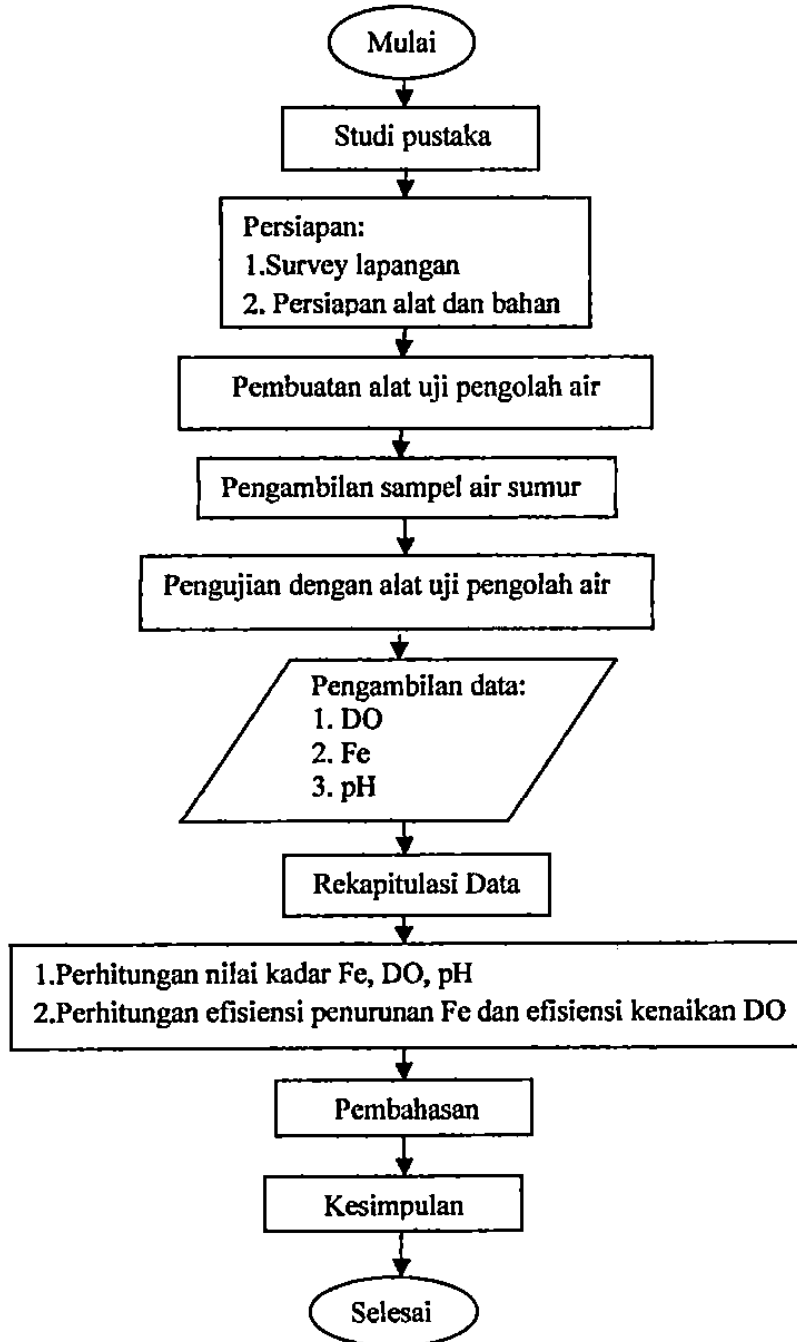
C₀ = Konsentrasi awal (mg/l)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/l)

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Tahap Penelitian



B. Lokasi Penelitian

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan mengambil sampel air sumur pada salah satu rumah penduduk di Desa Karangnongko, Panggungharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta.

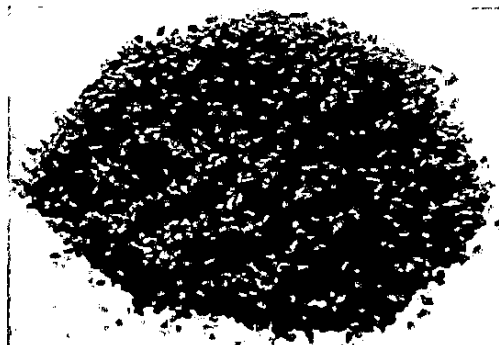
C. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2009 sampai bulan Juli 2009. Pembuatan alat uji pengolah air dilakukan pada minggu ketiga bulan Juni 2009, sedangkan pengujian alat pengolah air dan pemeriksaan hasil pengujian di Laboratorium Rekayasa Lingkungan UMY dilakukan pada minggu keempat bulan Juli 2009.

D. Bahan

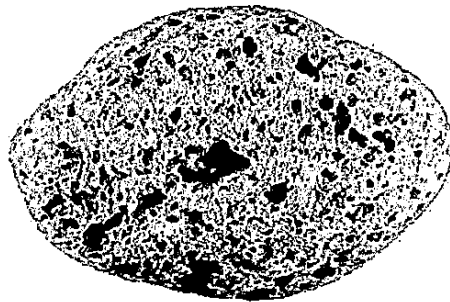
Bahan media untuk *filtrasi* terdiri dari :

1. Karbon aktif.



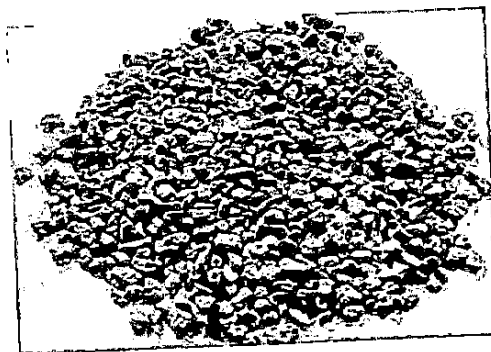
Gambar 4.2. Karbon aktif

2. Batu apung.



Gambar 4.3. Batu apung

2. Zeolit.



Gambar 4.3. Zeolit

E. Alat

Alat untuk pembuatan alat pengolah air :

1. Pipa pralon (diameter 3 inchi dan tinggi 30 cm).
2. Strimin.
3. Kran ($\frac{1}{2}$ inchi).
4. Lem pralon.
5. Tutup pipa (diameter 9 cm).

6. Sambungan pipa T ($\frac{1}{2}$ inchi).
7. Gergaji.
8. Ember (diameter 30 cm, tinggi 60 cm).
9. Tabung rotating (volume 324 cm^3).
10. Pipa ($\frac{1}{2}$ inchi).
11. Pita ukur.

Alat untuk pengujian di laboratorium meliputi :

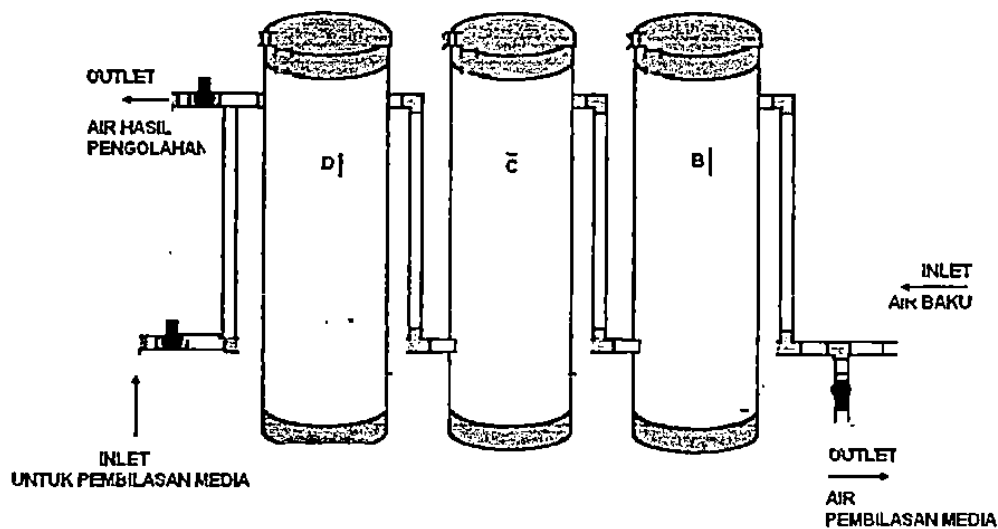
1. Thermometer.
2. pH meter.
3. Gelas ukur.
4. Pipet, suntikan.
5. Timbangan.
6. Stopwatch.
7. Labu erlenmeyer.
8. Reaktan.
9. Destilator.
10. Galon isi air sumur.

F. Perancangan Alat Pengolah Air

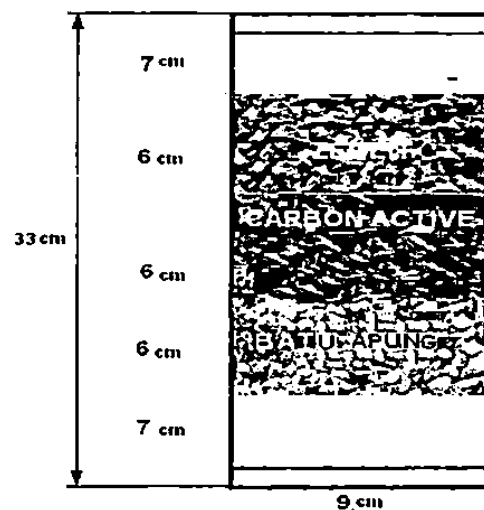
Saringan ini terdiri dari tiga buah pipa 3 dim dengan tinggi 33 cm berisikan Media batu apung, zeolit dan karbon aktif, dengan ketebalan media filter 18 cm.

Proses pengolahan alat ini dengan cara mengalirkan air baku masuk ke dalam tabung yang sudah berisi media penyaring yaitu tabung B, C dan D. Kemudian air

hasil pengolahan keluar melalui pipa *outlet* dan diteruskan ke tahap pengolahan E. *Back wash* alat ini menggunakan system buka tutup kran, yaitu dengan menutup aliran *inlet* semula dan mengalirkan air yang sudah bersih ke dalam tabung D, C, B dengan cara membalik arah aliran.

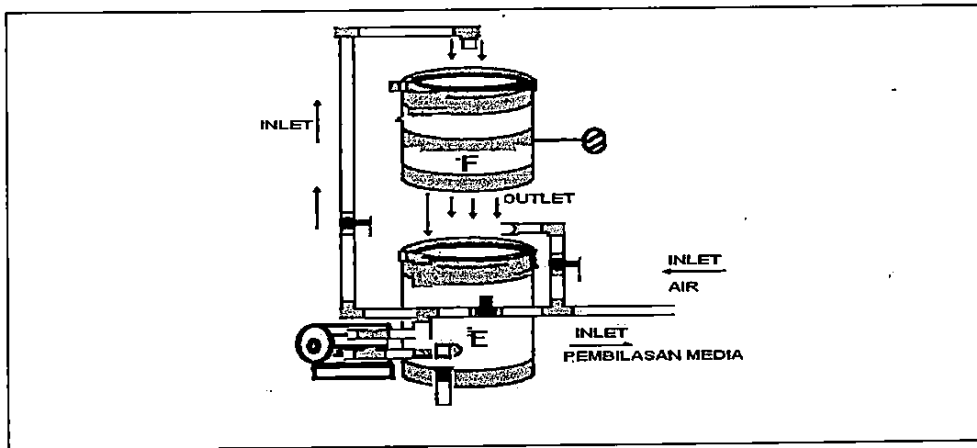


Gambar 4.4. Alat pengolah air



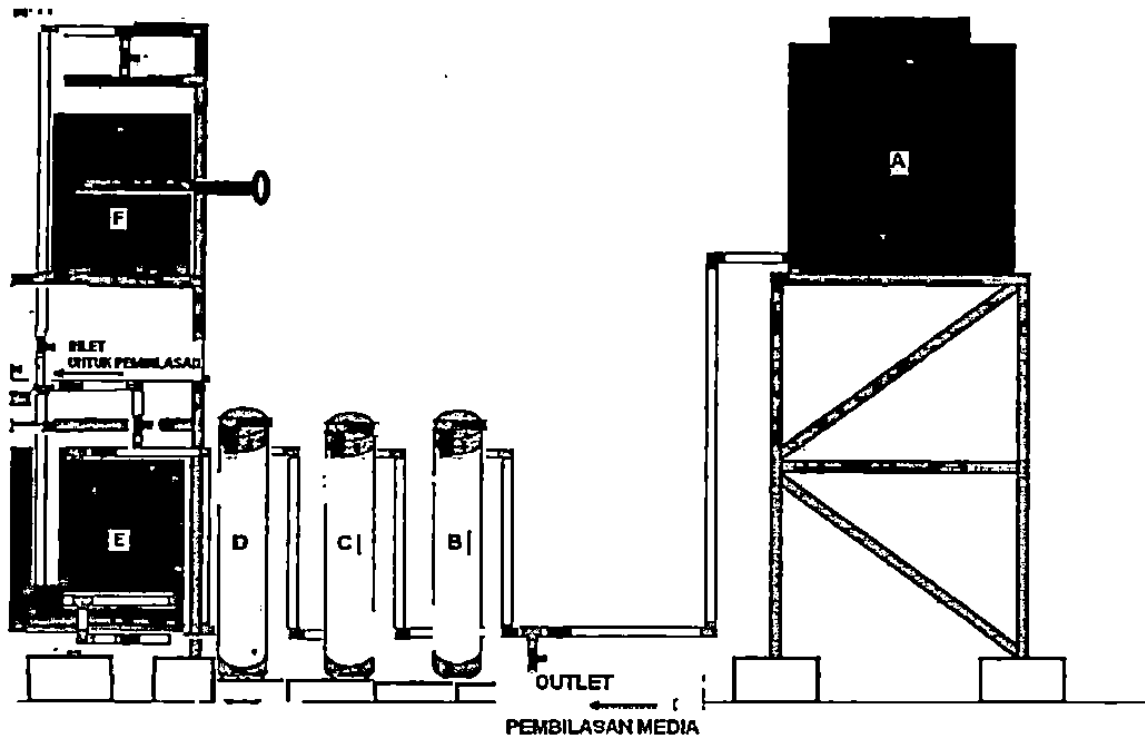
Gambar 4.5. Susunan media penyafi

Perancangan rotasi filter terdiri dari bahan tabung yang berisi bahan penyaring yaitu batu apung, karbon, dan zeolit. Pada penggunaannya tabung dialiri air dengan proses penyaringan berputar selama 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Proses pemompaan air menggunakan aerator. Dengan demikian terjadi proses rotasi filtrasi dan aerasi selama 5 menit, 10 menit, dan 15 menit



Gambar 4.6. Rotasi filter

Air dari penampung A dialirkan ke filter. Aliran Air dari A masuk ke dalam filter B, C, dan D (yang berisi zeolit, karbon aktif, dan batu apung), air hasil pengolahan filter B, C, dan D ditampung ke dalam penampung E. Air hasil pengolahan yang sudah tertampung mengalami proses lanjutan dengan sistem rotasi filtrasi dan aerasi menggunakan *aerator* (pompa air) yaitu pada tabung E dan F.



Gambar 4.7. Rangkaian alat pengolah air

Bila filter jenuh bisa di cuci (*back wash*) memakai air yang berasal dari *output aerator* (pompa air) dengan metode buka tutup kran. Indikasi bahwa filter sudah kotor adalah aliran air yang keluar sudah tidak deras. Cara *backwash*: air bersih dipompa ke *output* filter D dengan cara menutup kran *input* E, tekanan air dari pompa membuang air kotor yang keluar dari input Filter B, C, dan D. Aliran balik ini dilakukan sampai air yang keluar benar-benar bersih. Filter siap beroperasi kembali.

G. Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan alat uji pengolah air

- a. Menyiapkan potongan pipa pvc \varnothing 9 cm dengan panjang 33 cm ukuran sejenis

sebanyak 2 buah pipa pvc, dan pipa pvc dengan \varnothing 2 cm dengan panjang 5cm
sebanyak 5 buah pipa pvc, dan 1 buah pipa pvc dengan panjang 8 cm.
memotong selang \varnothing $\frac{1}{2}$ inchi sepanjang 1 m, 0,5 m, dan 20 cm.

- b. Melubangi pipa pvc yang \varnothing 9 cm dengan 2 buah lubang berukuran 2 cm, setelah pipa sudah dilubangi, pipa \varnothing 2 cm dimasukkan dan disambung dengan sambungan pipa.
- c. Memasang kran sebanyak 3 buah kemudian dilem menjadi rangkaian alat pengolah air sederhana.
- d. Langkah selanjutnya membuat bronjong filter \varnothing 8,5 cm dari kawat dan strimin kemudian diletakkan ke dalam tabung filter.
- e. Memasukkan bahan filtrasi yaitu karbon aktif dengan ketebalan media 6 cm, batu apung dengan ketebalan media 6 cm, dan zeolit dengan ketebalan media 6 cm kedalam pipa paralon.

2. Pengambilan sampel air sumur dari salah satu sumur rumah penduduk.

3. Pengujian air sumur di laboratorium

Tahap pengolahan :

- a. Menyiapkan alat uji pengolah air.
- b. Air sampel sebelum mengalami *aerasi* diambil untuk diuji kadar Fe, DO, dan pH.
- c. Air sampel diolah menggunakan alat pengolah air.

Debit air sebesar :

Waktu (t) : 5 menit = 300 detik

$$\text{Debit} : \frac{\text{volume}}{\text{waktu (t)}} = \frac{9000\text{mL}}{300 \text{ detik}} = 30 \frac{\text{mL}}{\text{detik}}$$

- d. Air olahan pada setiap tabung filter B, C, dan D untuk diuji kadar Fe, DO, dan pHnya.
- e. Setelah mengalami aerasi dan filtrasi pada menit ke 20, 25, dan 30 air sampel diambil untuk diuji kadar Fe, DO, dan pH dan dicatat hasilnya.

Adapun tahap pengujian kadar Fe, DO, dan pH di Laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Pengujian kadar DO

- a. Air sampel dimasukkan ke dalam botol sampai leher botol.
- b. Pereaksi o_2 dimasukkan ke dalam air sampel sebanyak 20 tetes.
- c. $MnSO_4$ (mangan sulfat) dimasukkan ke dalam air sampel sebanyak 20 tetes.
- d. H_2SO_4 (sulfat) dimasukkan ke dalam air sampel sebanyak 20 tetes.
- e. Botol ditutup dan dikocok sampai endapan larut, warna larutan berubah menjadi kuning.
- f. Larutan tersebut dimasukkan dalam gelas ukur sebanyak 100 ml.
- g. Titrasi $Na_2S_2O_3$ (Natrium thio sulfat) sampai larutan berwarna kuning muda, dilakukan setetes demi setetes menggunakan suntikan agar tidak terjadi kesalahan (didapat nilai t1)
- h. Larutan ditambah dengan amylum 10 tetes sampai menjadi berwarna biru tua, kemudian ditambah dengan $Na_2S_2O_3$ (Natrium thio sulfat) sampai mendekati bening (didapat t2)

j. Kemudian dihitung dengan rumus DO

2. Pengujian pH

- a. Pemeriksaan suhu menggunakan thermometer
- b. Dengan alat ukur pH meter, maka dapat langsung diketahui berapa kadar pH dalam air sampel, dengan cara memasukan batang alat ukur pH meter ke dalam botol yang berisi air sampel.

3. Pengujian Fe

- a. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml.
- b. Tiap-tiap sampel ditambah larutan H_2SO_4 dan $KMnO_4$ sebanyak 5 tetes dilakukan sama seperti pembuatan standar Fe sampai berwarna merah muda.
- c. Dari sampel tersebut ditambah 5 tetes KCNS sehingga warnanya bisa dibandingkan dengan larutan standar.
- d. Bandingkan sampel 1 dengan larutan standar, apakah sama dengan larutan standar 0,1,2,3,4 tetes Fe begitu juga sampel yang lain.
- e. Dicatat sampel 0,1,2,3,4 apakah sama dengan 0,1,2,3,4 tetes Fe standar.

Cara pembuatan larutan standar Fe

- a. Disiapkan 4 buah tabung reaksi
- b. Masing-masing tabung diisi 10 ml aquades

- c. Masing-masing ditambahkan larutan Fe standar sebanyak 0,1,2,3,4 tetes
- d. Masing-masing tabung ditambah 5 tetes H_2SO_4 (sulfat), 5 tetes $KMnO_4$ kemudian tiap tabung dikocok sampai warna merah muda.
- e. Masing-masing tabung ditambah 5 tetes KCNS, sehingga warnanya berubah dari jernih ke coklat muda.

H. Analisis Data

Sebagai dasar analisis dipergunakan rumus efisiensi perubahan antara dua sumber hasil pengujian, yaitu hasil pengujian sebelum diolah dengan hasil pengujian setelah pengolahan. Hasil yang diperoleh diantara dua sumber hasil pengujian tersebut, dibandingkan dengan cara membuat grafik sebagai berikut :

1. Grafik penurunan kadar Fe dan kadar DO.
2. Grafik efisiensi kadar Fe.
3. Grafik efisiensi kadar DO.

Dari data analisis hasil pengujian di Laboratorium dapat dianalisa kemampuan alat pemulut air terhadap perubahan kadar Fe dan DO