

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan unsur penting dalam kehidupan. Hampir seluruh kehidupan di dunia ini tidak terlepas dari adanya unsur air ini. Sumber utama air yang mendukung kehidupan di bumi ini adalah laut, dan semua air akhirnya akan kembali ke laut yang bertindak sebagai “reservoir” atau penampung. Air dapat mengalami daur hidrologi. Selama menjalani daur itu air selalu menyerap zat-zat yang menyebabkan air itu tidak lagi murni. Oleh karena itu, pada hakekatnya tidak ada air yang betul-betul murni.

Zat-zat yang diserap oleh air alam dapat diklasifikasikan sebagai padatan terlarut, gas terlarut dan padatan tersuspensi. Pada umumnya, jenis zat pengotor yang terkandung dalam air bergantung pada jenis bahan yang berkontak dengan air itu, sedangkan banyaknya zat pengotor bergantung pada waktu kontakannya. Bahan-bahan mineral yang dapat terkandung dalam air karena kontakannya dengan batu-batuan terutama terdiri dari : kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium karbonat (MgCO_3), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium sulfat (MgSO_4), dan sebagainya.

Air yang banyak mengandung mineral kalsium dan magnesium dikenal sebagai “air sadah”, atau air yang sukar untuk dipakai mencuci. Senyawa kalsium dan magnesium bereaksi dengan sabun membentuk endapan dan mencegah terjadinya busa dalam air. Oleh karena senyawa-senyawa kalsium dan magnesium relative sukar larut dalam air, maka senyawa-senyawa itu cenderung untuk memisah dari larutan dalam bentuk endapan atau presipitat yang akhirnya menjadi kerak. Penggunaan air kapur untuk industri dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan sistem pemanasan sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan industri dan menghambat proses pemanasan. Selain kerugian dalam rumah tangga dan industri. Menurut WHO air yang kesadahan tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan yaitu dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah jantung (*cardiovascular disease*) dan batu ginjal (*urolithiasis*)

Untuk memperoleh air bersih yang layak ataupun untuk konsumsi diperlukan suatu cara yang lebih baik. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah filtrasi (penyaringan). Zeolit merupakan salah satu mineral yang mempunyai kemampuan sebagai penukar kation dan berfungsi sebagai bahan penyaring dalam suatu media air.

Kemampuan tersebut ditunjukkan oleh tingkat kapasitas tukar kation (KTK) yang dimiliki zeolit sehingga material dan kontaminan yang ada dalam air dapat diikat oleh zeolit aktif. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan zeolit sebagai media filter untuk mengurangi kesadahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, perumusan usulan masalah sebagai berikut :

1. Apakah media zeolit efektif terhadap penurunan kesadahan air?
2. Apakah diameter dari media zeolit mempengaruhi penurunan kesadahan air?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang bisa diambil adalah sebagai berikut:

1. Proses pertukaran ion yang digunakan adalah proses kontinyu dengan aliran kebawah atau *down flow*.
2. Sampel air yang diteliti berasal dari sumur milik Bapak Sutanto Ds. Karangmojo Kec. Karangmojo Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta.
3. Parameter yang diukur adalah kesadahan total.
4. Efektifitas zeolit dilihat dari penurunan kesadahan.

1.4 Tujuan

1. Mengetahui apakah media zeolit efektif terhadap penurunan kesadahan air.
2. Mengetahui apakah diameter dari media zeolit mempengaruhi penurunan kesadahan air.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah kita dapat meminimalisir kesadahan air dengan bahan yang mudah didapat dan dengan alat yang sederhana dimana juga dapat menghemat biaya untuk mendapatkan air yang bersih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air

Air merupakan senyawa kimia yang terdiri dari atom H dan O. Sebuah molekul air terdiri dari sebuah atom O yang berkaitan kovalen dengan dua atom H. molekul air yang satu dengan molekul air yang lainnya bergabung dengan suatu ikatan hydrogen antara atom H dan Atom O dari molekul yang lain.

A. Air Bersih

Air yang bersih mutlak diperlukan, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari – hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

B. Air Minum

Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum

2.2 Kesadahan

Kesadahan adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air. Penyebab air menjadi sadah adalah ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} atau dapat juga disebabkan karena adanya ion-ion lain dari polyvalent metal (logam bervalensi banyak) seperti Al, Fe, Sr, dan Zn dalam bentuk garam sulfat, klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil. Oleh karena senyawa-senyawa kalsium dan magnesium relative sukar larut dalam air, maka senyawa-senyawa itu cenderung untuk memisahkan dari larutan dalam bentuk endapan atau presipitat yang akhirnya dapat menjadi kerak.

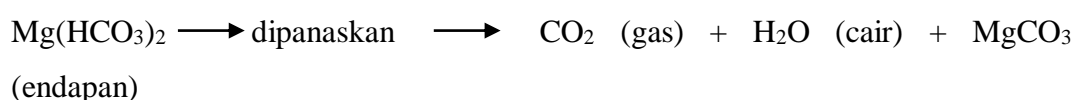
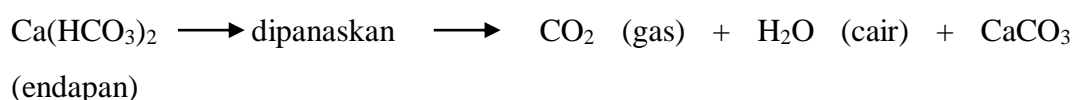
Menurut Brault, J.L, 1991 berdasarkan kadar kalsium di dalam air maka tingkat kesadahan air digolongkan menjadi 4 kelompok yaitu:

1. Kadar CaCO_3 terdapat dalam air 0 – 7,5 mg/l disebut air lunak (*soft water*)
2. Kadar CaCO_3 terdapat dalam air 75 – 150 mg/l disebut *moderately hard water* (sedang)
3. Kadar CaCO_3 terdapat dalam air 150 – 300 mg/l disebut *hard water* (tinggi)
4. Kadar CaCO_3 terdapat dalam air 300 mg/l keatas disebut *very hard water* (tinggi sekali)

2.2.1 Jenis – jenis Kesadahan ada dua yaitu (Giwangkara, 2008) :

1. Kesadahan Sementara

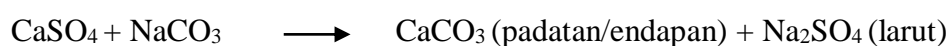
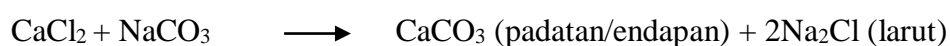
Adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam – garam bikarbonat, seperti $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Kesadahan sementara ini dapat mudah dieleminir dengan pemanasan (pendidihan), sehingga terbentuk endapan CaCO_3 atau MgCO_3 reaksinya :



2. Kesadahan Tetap

Adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam-garam klorida, sulfat, dan karbonat, misalnya CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , kesadahan tetap dapat dikurangi dengan penambahan soda-kapur (terdiri dari larutan natrium karbonat dan magnesium hidroksida) sehingga terbentuk endapan kalsium karbonat (padatan/ endapan) dan magnesium hidroksida (padatan/ endapan) dalam air.

Reaksinya :



2.2.2 Penyebab Kesadahan Air

Kesadahan dalam air dapat disebabkan oleh adanya garam-garam organik atau senyawa antara lain (Effendi,2003):

1. Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dengan bikarbonat
2. Kalsium dan Magnesium dengan sulfat, nitrat dan klorida
3. Garam-garam besi, seng dan silica

Kandungan ion Cad an Mg dalam air dapat dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu:

1. Faktor alamiah: karena sumber air berdekatan dengan lokasi penambangan batu kapur ataupun daerah tersebut dekat lokasi persawahan.
2. Factor non alamiah, karena ditambahkan dalam air baik sengaja maupun tidak sengaja.

2.3 Adsorpsi dan Absorpsi

1. Adsorpsi

Adsorpsi adalah merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan tersebut. (Robert, 1981). Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon (Webar, 1972).

A. Menurut prosesnya adsorpsi ada 2 macam:

1). Adsorpsi kimia

Adsorpsi Kimia terjadi karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben, dimana terbentuk ikatan kovalen dengan ion. Adsorpsi ini bersifat tidak reversible dan hanya membentuk lapisan (monolayer). Umumnya terjadi pada temperatur tinggi, sehingga panas adsorpsi tinggi. Adsorpsi ini terjadi dengan pembentukan senyawa kimia, hingga ikatannya lebih kuat. Contoh : adsorpsi O₂ pada Hg, HCl, Pt, C. (Sukardjo, 1997)

2). Adsorpsi fisika

Adsorpsi Fisika terjadi apabila gaya intermolekuler lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relative lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya Van Der Waals, sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Panas adsorpsi rendah, berlangsung cepat, dan kesetimbangan adsorpsi bersifat reversible (dapat bereaksi balik), dan dapat membentuk lapisan jamak (multilayer). Contoh : adsorpsi gas pada choncosl. (Sukardjo, 1997)

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi:

1). Adsorben

Tiap jenis adsorben punya karakteristik tersendiri, artinya sifat dasar dari adsorben yang berperan penting.

2). Adsorbat

Dapat berupa zat padat elektrolit maupun non-elektrolit. Untuk zat elektrolit adsorpsinya besar, karena mudah mengion, sehingga antara molekul-

molekulnya saling tarik menarik, untuk zat non-elektrolit adsorpsinya sangat kecil.

3). Konsentrasi

Makin tinggi konsentrasi larutan, kontak antara adsorben dan adsorbat akan makin besar, sehingga adsorpsinya juga makin besar.

4). Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, gaya adsorpsi akan besar sebab kemungkinan zat untuk diadsorpsi juga makin luas. Jadi, semakin halus suatu adsorben, maka adsorpsinya makin besar.

5). Temperatur

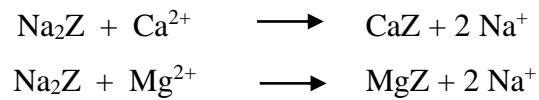
Temperatur tinggi, molekul adsorbat bergerak cepat, sehingga kemungkinan menangkap atau mengadsorpsi molekul-molekul semakin sulit. (Alberty, 1987)

2. Absorpsi

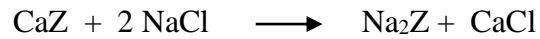
Absorpsi adalah proses pemisahan bahan dari suatu campuran gas dengan cara pengikatan bahan tersebut pada permukaan adsorben cair yang diikuti dengan pelarutan. Kelarutan gas yang akan diserap dapat disebabkan hanya oleh gaya-gaya fisik (pada absorpsi fisik) atau selain gaya tersebut juga oleh ikatan kimia (pada absorpsi kimia). Komponen gas yang dapat mengadakan ikatan kimia akan dilarutkan lebih dahulu dan juga dengan kecepatan yang lebih tinggi. Karena itu absorpsi kimia mengungguli absorpsi fisik.

2.4 Pertukaran Ion Dengan Zeolit

Air sadah yang dialirkan melalui kolom zeolit akan mengalami pertukaran ion- ion, ion Ca dan ion Mg dalam air sadah ditukar dengan ion Na dalam zeolit. Hal tersebut berlangsung terus sampai suatu saat ion Na dalam zeolit sudah habis ditukar dengan ion Ca dan Mg dari dalam air, pada keadaan ini zeolit tersebut dinamakan telah jenuh yang berarti zeolit tidak mampu lagi melakukan pertukaran ion. Agar dapat kembali aktif, zeolit yang telah jenuh harus di regenerasi dengan cara mengalirkan larutan garam dapur (NaCl 10-25%) ke dalam unggun zeolit yang telah jenuh tersebut. Pada proses regenerasi ini akan terjadi pertukaran ion Na dari dalam larutan air garam, masuk ke dalam zeolit untuk menggantikan ion Ca dan Mg dari dalam zeolit. Adapun reaksi yang terjadi pada saat proses pelunakan air sadah berlangsung adalah sebagai berikut :



Sedangkan reaksi yang terjadi pada saat proses regenerasi berlangsung adalah sebagai berikut :



Keunggulan menggunakan zeolit sebagai bahan untuk pelunakan air sadah, antara lain :

- a. Mempunyai sistem yang kompak sehingga mudah dioperasikan
- b. Dapat dibuat kontinu
- c. Presentasi pengurangan kesadahan relatif besar
- d. Harganya relatif murah dan mudah didapat

Namun demikian ada juga beberapa kekurangan dalam menggunakan zeolit pada pelunakan air yaitu :

- a. Tidak dapat digunakan pada air yang mengandung kekeruhan air lebih dari 10mg/l
- b. Efisiensi zeolit akan berkurang apabila air mengandung unsur-unsur sebagai berikut: minyak, H₂S, mengandung ion Fe²⁺ atau Mn²⁺ lebih dari 2 mg/l dan mengandung sodium yang tinggi.
- c. Tidak dapat dioperasikan pada air yang mempunyai kesadahan lebih dari 800 mg/l.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kampus I Institut Teknologi Yogyakarta dan pengambilan sampel dilakukan di sumur rumah Bapak Sutanto RT. 04 RW. 07 Ds. Karangmojo Kec. Karangmojo Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penyusunan penelitian ini adalah air dengan karakteristik kadar kesadahan yang tinggi dan sampel air baku diambil dari sumur rumah Bapak Sutanto RT. 04 RW. 07 Ds. Karangmojo Kec. Karangmojo Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta.

3.3 Waktu Penelitian

Waktu penyusunan dan penelitian dimulai pada bulan Maret dengan meliputi studi literature, pengambilan sampel, uji sampel, penyusunan laporan, penelitian, revisi, dan penyusunan akhir.

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang diambil langsung berdasarkan hasil analisis dan penelitian secara langsung di lapangan.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data yang diambil melalui laporan, literatur, studi pustaka, media *online* dengan objek penelitian dan permasalahan yang sesuai dengan yang dibahas.

3.5 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang diambil dari penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel terikat:

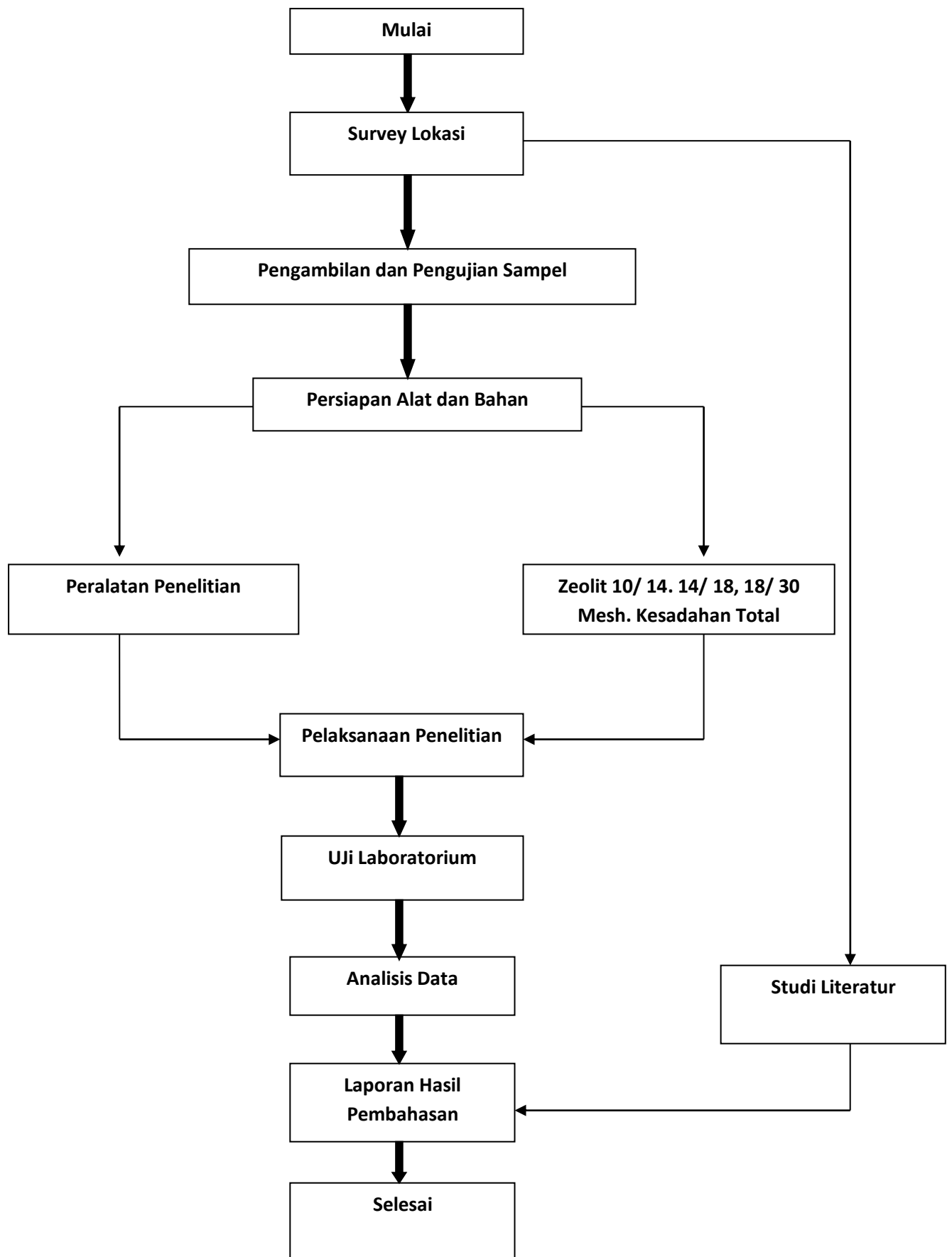
3.5.1 Variabel Bebas

Diameter media zeolit 10/ 14 mesh, 14/ 18 mesh, 18/ 30 mesh

3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat yang digunakan yaitu kesadahan total mg/l CaCO₃.

3.6 Alur Pemikiran



3.7 Alat dan Bahan

3.7.1 Peralatan yang Digunakan

1. Tiga buah botol air mineral 1,5 liter
2. *Stopwatch*
3. Penggaris
4. Bak penampung air baku
5. Botol air mineral untuk *outlet*

3.7.2 Bahan yang Diperlukan

1. Air Baku
2. Zeolit dengan diameter 10/ 14, 14/ 18, 18/ 30 Mesh.
3. Spons Penyangga Media.

3.8 Langkah Kerja Penelitian

A. Penentuan Pengambilan Sampel Air

Sampel air yang akan diteiti yaitu air yang bersifat sadah yang memiliki kadar kesadahan yang tinggi. Sampel air diambil dari sumur rumah Bapak Sutanto RT. 04 RW. 07 Ds. Karangmojo Kec. Karangmojo Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta.

B. Penentuan lokasi penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kampus I Institut Teknologi Yogyakarta dan pengambilan sampel dilakukan di sumur rumah Bapak Sutanto RT. 04 RW. 07 Ds. Karangmojo Kec. Karangmojo Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta, dengan tahapan persiapan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan
 - a. Mempersiapkan sampel air baku
 - b. Mempersiapkan tempat penelitian
 - c. Mempersiapkan semua alat dan bahan penelitian
 - d. Menentukan jadwal dan waktu penelitian
2. Tahap penelitian
 - a. Melakukan pengambilan sampel air sumur sebanyak 10 liter, sampel diambil di sumur milik Bapak Sutanto RT. 04 RW. 07 Ds. Karangmojo Kecamatan Karangmojo Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.
 - b. Pelaksanaan penelitian dilakukan di di kampus I Institut Teknologi Yogyakarta dan pengambilan sampel dilakukan di sumur rumah Bapak

Sutanto RT. 04 RW. 07 Ds. Karangmojo Kec. Karangmojo Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta.

- c. Sampel air sadah hasil penelitian diuji di kampus II Institut Teknologi Yogyakarta.

C. Persiapan media

Media yang digunakan merupakan media pasir zeolit yang telah diayak menggunakan ayakan ukuran 10 mesh, 14 mesh, dan 18 mesh. Kemudian dilakukan pencucian media dengan aquadest.

D. Pembuatan *Prototype* Alat Penukar Ion

1. Menyiapkan botol air mineral 1.5 L sebanyak 3 buah yang masih ada tutupnya, kemudian masing-masing botol bagian bawahnya dipotong dan dilubangi bagian bawah serta tutup botolnya. Bagian bawah yang telah dipotong dimasukkan kedalam botol sebagai penyangga media untuk tempat tempungan sementara sebelum ke outlet.

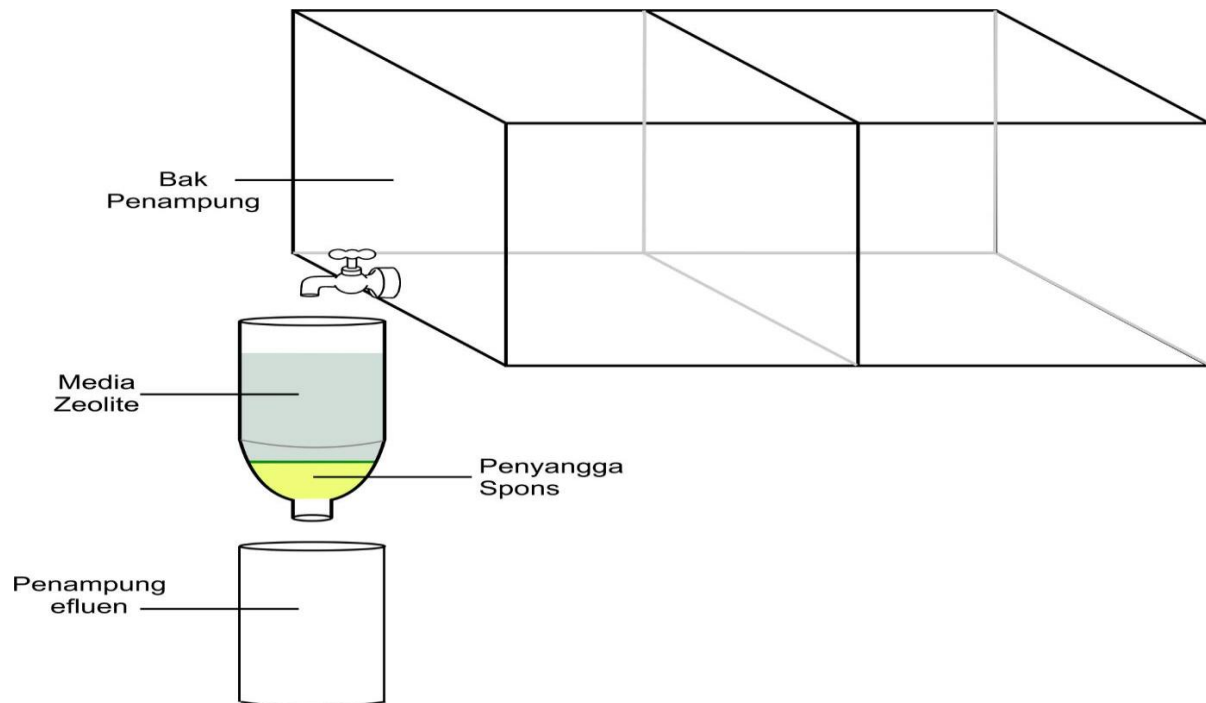
E. Cara Pemasangan Media

1. Memasukan spons sebagai penyangga media kedalam 3 botol di atas penyangga.
2. Memasukan media ke masing masing botol yang telah disiapkan.
3. *Prototype* alat filter siap dioperasikan.

F. Cara Pengoprasian *Prototype*

1. Air sadah yang sudah ditampung di drum penampung air baku dialirkan ke *prototype* yang sudah siap digunakan.
2. Air dialirkan merata ke permukaan media filter pada *prototype* an air yang sudah terfiltrasi ditampung dengan wadah yang disediakan.
3. Pada saat air keluar dari *prototype* hitung debit air *outlet* dengan metode volumetrik.
4. Air yang ditampung dimasukkan ke dalam botol sampel dan langsung dibawa ke laboratorium untuk di ketahui kadar kesadahnya.

3.9 Sketsa Konsep



Gambar 3.1 Proses Pemfilteran