

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Peranan Air**

Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum (Kemenkes, RI, 2017). Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 Parameter kimia untuk kesadahan dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan yaitu sebesar 500 Mg/L.

#### **B. Sumber Air**

Air adalah zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna, dan bau. Terdiri dari hidrogen (H) dan Oksigen (O<sub>2</sub>) dengan rumus H<sub>2</sub>O. Air adalah semua air yang terdapat pada diatas maupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam

pengertian air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat(UUD, RI, NO. 7, 2004). Menurut (Sutrisno, 2010) sumber - sumber air dapat dibagi menjadi empat, yaitu :

#### 1. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Secara umum air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang - batang kayu, daun-daun dan sebagainya. Air permukaan ada 2 macam, yakni: air sungai dan air rawa/danau (Sutrisno, 2010).

##### a. Air sungai

Seacara penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalamisuatu 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 (Sutrisno, 2010).

##### b. Air rawa/danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat - zat organis yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat (Sutrisno, 2010).

#### 2. Air hujan

Air hujan adalah air yang sangat bersih karena dengan adanya pengotoran

udara yang disebabkan oleh kotoran- kotoran industri/debu dan lainnya dapat menyebabkan air hujan menjadi terkontaminasi. Maka dari itu hendaknya jika ingin menjadikan air hujan sebagai sumber air minum, jangan menampung air hujan pada saat hujan baru turun, karena masih banyak mengandung kotoran (Sutrisno, 2010).

### 3. Air laut

Air laut ini mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut sebesar 3%. Dengan demikian untuk menjadikan air laut sebagai sumber air bersih haruslah melalui pengolahan khusus (Sutrisno, 2010).

### 4. Air tanah

Air tanah terbagi atas tiga macam, yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air (Sutrisno, 2010).

#### a. Air tanah dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsure - unsur kimia tertentu untuk masing - masing lapisan tanah. Lapis tanah di sini berfungsi sebagai saringan (Sutrisno, 2010).

#### b. Air tanah dalam

Kualitas dari air tanah dalam umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringnya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur - unsur kimia tergantung lapisan tanah yang dilalui. Jika melalui tanah lumpur, 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  $\text{Mn}(\text{HCO}_3)$  (Sutrisno, 2010).

c. Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya dari dalam tanah menuju permukaan. Mata air yang berasal dari tanah dalam hampir tidak berpengaruh terhadap perubahan musim dan kualitasnya sama dengan air dalam (Sutrisno, 2010). Menurut (Daud, 2007) dari segi hidrologi lapisan equifer sebagai sumber air tanah terbagi duayaitu:

- 1) Lapisan equifer dangkal(dekat dengan permukaan air tanah)yang memperoleh suplai langsung dari air hujan yang jatuh dari aliran air hujan diatas permukaan tanah dan umumnya mempunyai kedalaman kurang dari 50meter.
- 2) Lapisan equifer tertutup, umumnya jatuh lebih dalam dibatasi oleh lapisan tanah yang kedap air (*impermeable*) dan airnya diperoleh dari infiltrasi. Letaknya cukup jauh dibawah permukaan tanah yaitu lebih dari 100meter.

Kualitas air tanah adalah dengan bermacam - macam debit kecil sampai debit besar, karena hal ini sangat bergantung pada lapisan tiap lapisan tanah. Khususnya air tanah dangkal dan mata air gravitasi seringkali dipengaruhi oleh musim (Daud, 2007).

Kebutuhan kualitas air tanah di alam ini terjadi dengan dua cara, yaitu berlangsung secara alami dan akibat perbuatan manusia. Perubahan kualitas air secara alamiah terjadi sejalan dengan berlangsungnya proses hidrologi di alam. Sebelum jatuh ke bumi, air hujan mempunyai kualitas sebagai air suling/aquadest sebagai penguapan dengan bantuan sinar matahari. Di atas permukaan dan di dalam lapisan tanah, kualitas air akan berubah menurut keadaan/kondisi tanah yang dilaluinya. Secara alamiah, perubahan kualitas tersebut akan tergantung pada kondisi atau jenis tanah yang dilaluinya (Daud, 2007).

Perubahan kualitas air dapat terjadi karena adanya buangan bahan organik ke dalam air tanah atau didefenisikan dengan berbagai cara, tetapi pada dasarnya berawal pada konsentrasi yang cukup lama untuk menimbulkan pengaruh tertentu di dalam air. Potensi kualitas air haruslah didasarkan pada gambaran yang jelas mengenai berbagai sifat kuantitas air yang dimiliki, dimana kualitas air itu digambarkan dalam sifat fisik, kimia, dan bakteriologis (Daud, 2007).

Dalam penelitian ini, penulis mengambil sampel air sumur yang bersumber dari air tanah.

## **A. Persyaratan Air**

### 1. Kualitas air

Menurut (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017) Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

#### a. Syarat – syarat fisik

Secara fisik air minum harus dalam kondisi (Sutrisno, 2010):

- 1) Tidak boleh berwarna,
- 2) Tidak boleh berasa,
- 3) Tidak boleh berbau,
- 4) Air harus jernih,
- 5) Suhu air hendaknya di bawah sela udara (sejuk  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ).

#### b. Syarat - syarat kimiawi

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

- 1) pH (asam) yang mempengaruhi proseskorosi,
- 2) Zat padat total (total solid) berasal dari residu padapenguapan,
- 3) Zat organik yang berasal dari alam,
- 4)  $\text{CO}_2$  agresif yang berasal dari udara dan dekomposisi

zat organik,

- 5) Kalsium,
- 6) Besi,
- 7) Mangan,
- 8) Tembaga,
- 9) Seng,
- 10) Klorida,
- 11) Nitrit dan fluorida.

c. Syarat – syarat mikrobiologis

Air minum tidak boleh mengandung bakteri - bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tak boleh mengandung bakteri golongan coli melebihi batas - batas yang telah ditentukannya yaitu 1 Coli/100 ml air. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air diantaranya: kuman-kuman thypus, kolera, disentri, entamoeba hystolotica dan bakteri enteritis (penyakit perut) (Sutrisno, 2010)

d. Syarat - syarat radioaktif

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta dan gamma (Sutrisno, 2010).

2. Kuantitas air

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih (Sutrisno, 2010).

### 3. Kontinuitas air

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktivitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam - jam aktivitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 - 18.00 yang tidak ditentukan. Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari beberapa aspek, salah satunya adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat (Sutrisno, 2010).



## **B. Kesadahan**

### **1. Pengertian Air sadah**

International Standart of Drinking Water tahun 1971 dari(Gorchev and Ozolins, 2004), Kesadahan air dinyatakan dalam satuan *Milli-Equivalent perliter* (mEq/l), selain itu, 1 mEq/l dari ion penghasil Kesadahan pada air sebanding dengan 50 mg CaCO<sub>3</sub> (50 ppm) di dalam 1 liter air (Sumantri, 2010).

Air sadah adalah istilah yang digunakan pada air yang mengandung kationpenyebab kesadahan. Pada umumnya kesadahan disebabkan oleh adanya logam - logam atau kation - kation yang bervalensi 2, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg, tetapi penyebab utama dari Kesadahan adalah Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Kalsium dalam air mempunyai kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat, Khlorida dan Nitrat, sementara itu Magnesium dalam air kemungkinan bersenyawa dengan Bikarbonat, Sulfat dan Khlorida (Ruliasih, 2001).

Kesadahan merupakan salah satu parameter tentang kualitas air bersih, karena kesadahan total menunjukkan ukuran pencemaran air oleh mineral-mineral terlarut seperti Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup>. Menurut (Gorchev and Ozolins, 2004), kesadahan adalah ukuran kapasitas air untuk bereaksi dengan sabun, air sadah memerlukan banyak sabun dalam menghasilkan busa (Manalu, 2013).

## 2. Jenis Kesadahan

Kesadahan pada prinsipnya terdiri dari dua jenis, yaitu:

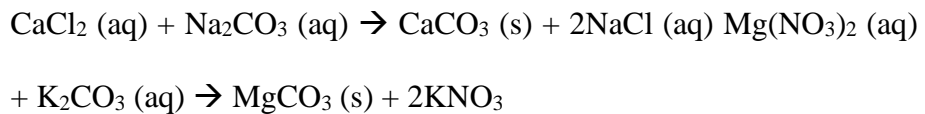
### a. Air Sadah Sementara

Air sadah sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), atau boleh jadi air tersebut mengandung senyawa kalsium bikarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) dan atau magnesium bikarbonat ( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ). Air yang mengandung ion atau senyawa - senyawa tersebut disebut air sadah sementara karena kesadahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan atau  $\text{Mg}^{2+}$ . Dengan jalan pemanasan senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel. Reaksi yang terjadi adalah:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2$  (Sumantri, 2010).

### b. Air Sadah Tetap

Air sadah tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya dapat berupa ion  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$ . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), magnesium nitrat ( $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ), dan magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ). Air yang mengandung senyawa - senyawa tersebut disebut air sadah tetap, karena kesadahannya tidak bisa dihilangkan hanya

dengan cara pemanasan. Untuk membebaskan air tersebut dari kesadahan, harus dilakukan dengan cara kimia, yaitu dengan mereaksikan air tersebut dengan zat - zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat, yaitu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (aq) atau  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (aq). Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan atau  $\text{Mg}^{2+}$ .



Dengan terbentuknya endapan  $\text{CaCO}_3$  atau  $\text{MgCO}_3$  berarti air tersebut telah terbebas dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$  atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan(Sumantri, 2010).

### 3. Karakteristik Kesadahan

Menurut (Sumantri, 2010) beberapa batasan kesadahan pada air adalah sebagai berikut :

- a. Lunak : <1 mEq/l (50 ppm)
- b. Agak keras : 1-3 mEq/l (50-150 ppm)
- c. Keras : 3-6 mEq/l (150-300 ppm)
- d. Sangat keras : >6 mEq/l (>300 ppm)

### 4. Faktor Penyebab Kesadahan

Kesadahan air disebabkan oleh banyaknya mineral dalam air yang berasal dari batuan dalam tanah, baik dalam bentuk ion maupun ikatan

molekul. Elemen terbesar (major elemen) yang terkandung dalam air adalah Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Natrium ( $\text{Na}^+$ ), dan Kalium ( $\text{K}^+$ ). Ion-ion tersebut dapat berikatan dengan  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , dan  $\text{P}^-$ . Kadar mineral tersebut dalam tanah sangat bervariasi, tergantung jenis tanahnya. Kandungan mineral inilah yang menentukan parameter kekerasan air atau kesadahan air (Tancung, Adi Baso, 2007).

Menurut (Sudarmadji, 2014), kesadahan pada air ini dapat terjadi karena air mengandung :

- a. Persenyawaan dari kalsium dan magnesium dengan Bikarbonat.
- b. Persenyawaan dari Kalsium dan Magnesium dengan Sulfat, Nitrat, dan Klorida.
- c. Garam – garam Besi, Zink, dan Silika.

#### 5. Dampak Kesadahan

Air untuk keperluan minum dan masak hanya diperbolehkan dengan batasan kesadahan antara 1-3 ml Eq/l (50- 150 ppm). Konsumsi air yang batas kesadahannya lebih dari 3 ml Eq/l (150 ppm) akan menimbulkan kerugian - kerugian sebagai berikut:

- a. Pemakaian sabun yang meningkat karena sabun sulit larut dan sulit berbusa.
- b. Air sadah bila dididihkan akan membentuk endapan dan kerak pada cerek (*boiler*).
- c. Penggunaan bahan bakar menjadimeningkat, tidak efisien, dan dapat

meledakkan *boiler*.

- d. Biaya produksi yang tinggi (*high cost production*) pada industri yang menggunakan air sadah (Sudarmadji, 2014).

Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan urolithiasis (batu ginjal)(Nyoman, Amri and Harun, 2018).

## 6. Cara Mengatasi Kesadahan

Kesadahan pada air dapat dihilangkan. Metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan kesadahan tersebut(Sudarmadji, 2014), antara lain :

### a. Pemasakan

Pemasakan air menyebabkan terlepasnya atau dikeluarkannya CO<sub>2</sub> dari dalam air dan terbentuknya endapan CaCO<sub>3</sub> yang tidak terlarut(Sudarmadji, 2014).



Cara ini sangat mahal jika digunakan untuk skala yang besar.

### b. Penambahan kapur

Penambahan kapur (Metode Clark) pada air yang sifat kesadahannya sementara dapat mengabsorpsi CO<sub>2</sub> dan mengendapkan CaCO<sub>3</sub> yang tidak terlarut. Untuk menghilangkan kesadahan sementara kalsium, ditambahkan kapur. Reaksi yang terjadi



Untuk menghilangkan kesadahan tetap kalsium, ditambahkan soda abu. Reaksi yang terjadi :



Untuk menghilangkan kesadahan magnesium sementara, ditambahkan kapur + kapur.

Tahap 1

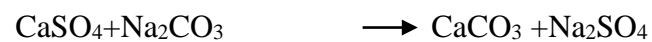


Tahap 2 :



Untuk menghilangkan kesadahan magnesium tetap ditambahkan kapur + soda abu.

- c. Penambahan Natrium Karbonat dapat menghilangkan kesadahan sementara atau menetap reaksi berikut berlangsung di dalam penambahan Natrium Karbonat :



- d. Proses pertukaran basa (*base exchange process*)

Dalam melakukan pelunakan terhadap persediaan air ukuran besar, digunakan proses permutit. Natrium Permutit merupakan persenyawaan kompleks dari Natrium, Alumunium, dan Silika

(Na<sub>2</sub>Al, SiO, XH<sub>2</sub>O).

e. Pertukaran ion

Pada proses pertukaran ion, ion Kalsium dan Magnesium ditukar dengan ion Sodium. Pertukaran ini berlangsung dengan cara melewatkan air sadah ke dalam unggun butiran yang terbuat dari bahan yang mempunyai kemampuan menukarkan ion. Terdapat beberapa bahan penukar ion yaitu bahan penukar ion alam yang disebut greensand atau zeolit, kemudian bahan penukar ion zeolit buatan (Ruliasih, 2001).

Dalam penelitian ini, untuk mengatasi kadar kesadahan atau menurunkan kesadahan dengan cara pertukaran ion dengan bahan filter zeolit.

### C. Zeolit

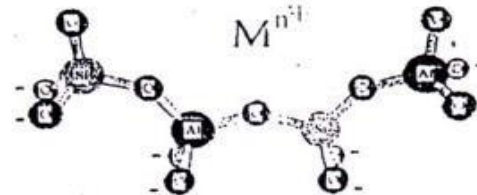
1. Pengertian Zeolit

Kata “zeolit” berasal dari kata Yunani zein yang berarti membuih dan lithos yang berarti batu. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu - abuan, putih kehijau - hijauan, atau putih kekuning - kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10–15 mikron (Dwita Srihapsari, 2006).

2. Struktur Zeolit

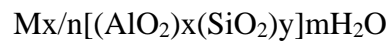
Menurut Barrer, Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit

tetrahedral  $[AlO_4]$  dan  $[SiO_4]$  yang saling berhubungan melalui atom O.



Gambar 1. Struktur Media Filter Zeolit (Weller, 1994)

Dalam struktur tersebut  $Si^{4+}$  dapat diganti  $Al^{3+}$ , sehingga rumus umum komposisi zeolit dapat dinyatakan sebagai berikut :



Dimana :

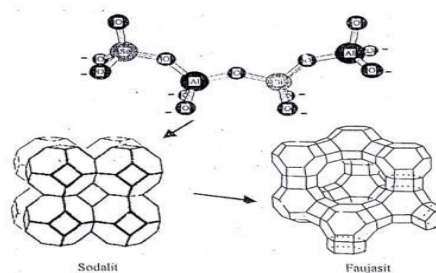
$n$  = Valensi kation M (alkali / alkali tanah)

$x, y$  = Jumlah tetrahedron per unit sel

$m$  = Jumlah molekul air per unit sel

$M$  = Kation alkali / alkali tanah

Sedangkan struktur penyusun zeolit dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. Struktur Penyusun Media Filter Zeolit(Weller, 1994)



### 3. Sifat-Sifat Zeolit

#### a. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas kedalam rongga utama dan akan efektif terinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi, jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan (Dwita Srihapsari, 2006).

#### b. Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila Kristal zeolit dipanaskan pada suhu  $30^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$  maka air tersebut akan keluar *ion exchange* sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selain mampu menyerap gas atau cairan, zeolit juga mampu memisahkan molekul dan kepolarannya, meskipun ada 2 molekul atau lebih yang dapat melintas tetapi hanya sebuah saja yang dapat lolos. Hal ini dikarenakan faktor selektivitas dari mineral zeolit tersebut yang tidak ditemukan pada adsorbent padat lainnya (Dwita Srihapsari, 2006).

#### c. Pertukaran ion (*ion exchange*)

Pertukaran ion adalah proses menghilangkan kation maupun

anion yang tidak diinginkan pada air buangan. Kation akan ditukar oleh ion *Hydrogen* atau Natrium dan anion ditukar dengan ion-ion Hidroksil.

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 (Dwita Srihapsari, 2006).

d. Katalis

Ciri paling khusus dari zeolit yang secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum (Dwita Srihapsari, 2006).

e. Penyaring atau pemisah

Meskipun banyak media berpori yang dapat digunakan sebagai penyaring atau pemisah campuran uap atau cairan, tetapi distribusi diameter dari pori-pori media tersebut tidak cukup efektif seperti halnya penyaring molekular zeolit yang mampu memisahkan campuran berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari molekul yang disaring. Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat

lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam – macam berkisar antara  $2\text{Å}$  hingga  $8\text{Å}$ , tergantung dari jenis zeolit (Dwita Srihapsari, 2006).

#### 4. Jenis – Jenis Zeolit

##### a. Zeolit alam

Mineral zeolit telah diketahui sejak tahun 1756 oleh ahli mineralogi berkebangsaan Swedia bernama F.A.F *Constedt*. Di alam banyak dijumpai zeolit dalam lubang-lubang batuan lava dan dalam batuan sedimen terutama sedimen piroklastik halus. Telah diketahui lebih dari 40 jenis mineral zeolit di alam, dari jumlah tersebut hanya 20 jenis yang terdapat dalam batuan sedimen terutama sedimen piroklastik (Dwita Srihapsari, 2006)

##### b. Zeolit Sintetis

Karena sifat zeolit yang unik yaitu susunan atom maupun komposisinya dapat dimodifikasi, maka para peneliti berupaya untuk membuat zeolit sintetis yang mempunyai sifat khusus sesuai dengan keperluannya. Dari usaha itu dapat direkayasa bermacam-macam zeolit sintetis, antara lain : Zeolit kadar Si rendah (kaya Al), Zeolit Si sedang, Zeolit Si tinggi, Zeolit Si.

Dalam penelitian ini, jenis zeolit yang digunakan yaitu zeolit alam.

## 5. Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

Menurut (Kusnaedi, 2010), faktor - faktor yang mempengaruhi proses filtrasi antara lain :

### a. Debit

Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Dalam sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin turun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan(Kusnaedi, 2010).

### b. Ketebalan Lapisan Filter

Lapisan adalah angka untuk ketebalan media filter yang digunakan untuk filtrasi. Filtrasi dengan media penyaring tunggal atau ganda. Seringkali ada lapisan penyangga. Ketebalan media sangat mempengaruhi waktu kontak dan bahan penyaring. Semakin tebal lapisan filter maka akan semakin lama waktu kontak air dengan lapisan media filter, sehingga kualitas air hasil penyaringan semakin baik (Kusnaedi, 2010).

### c. Diameter Butiran Filter

Semakin kecil diameter butiran maka akan menyebabkan celah antara butiran akan rapat sehingga kecepatan penyaringan semakin pelan sehingga kualitas penyaringan semakin baik (Kusnaedi, 2010).

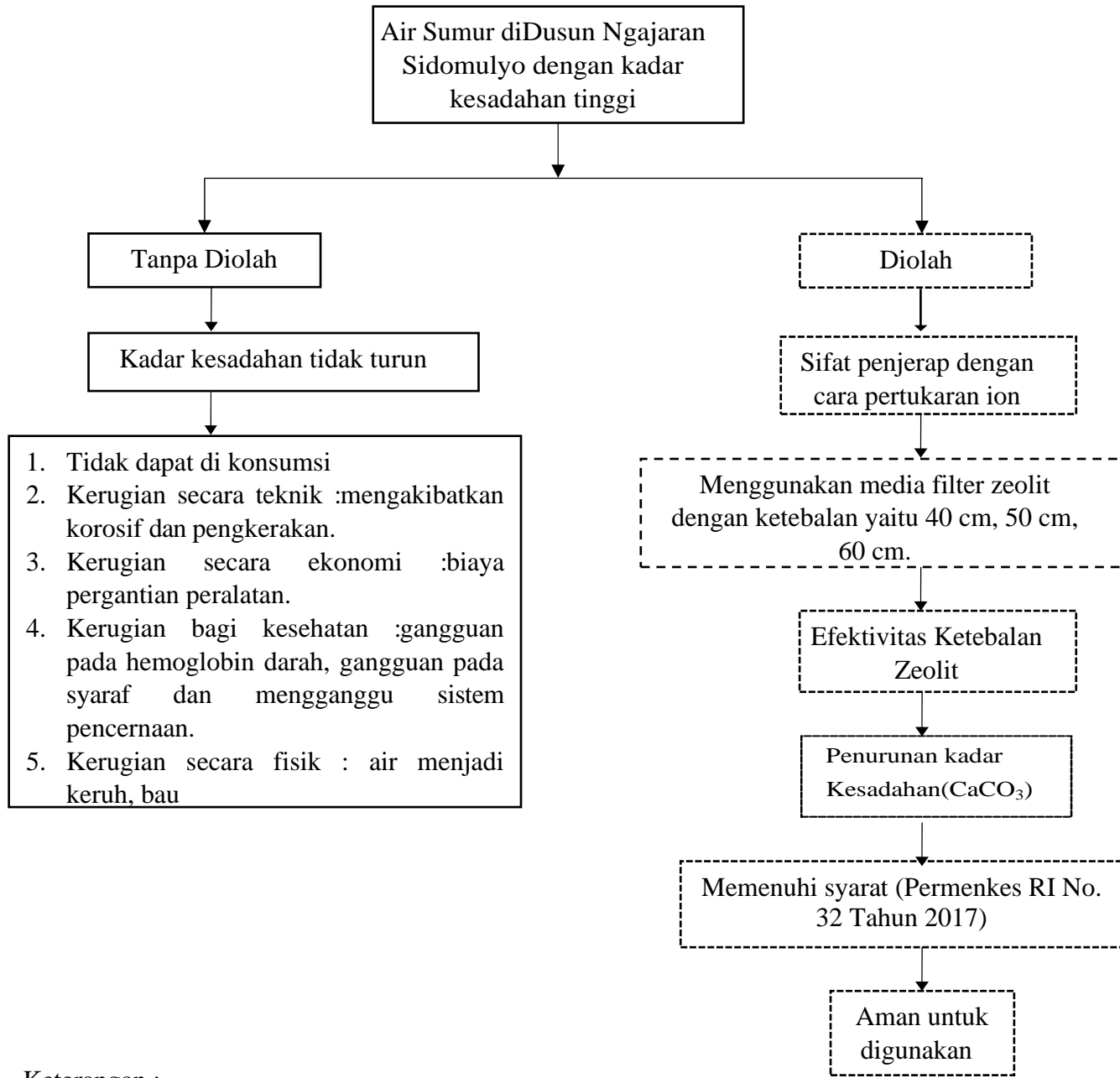
d. Lamanya Pemakaian Media Untuk Penyaringan

Semakin lama media yang digunakan maka semakin banyak filter yang tertahan dalam media filter, sehingga media tersebut lama-lama akan tersumbat atau jenuh, untuk itu perlu dilakukan pencucian pada media filter (Kusnaedi, 2010).

e. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan lama waktu yang dibutuhkan oleh air untuk bisa kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak yang digunakan antara air dengan media filter maka kualitas air setelah kegiatan filtrasi akan semakin membaik (Kusnaedi, 2010).

### D. Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan :

- = diteliti/diolah
- = tidak diteliti/tidak diolah

Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian.

## **E. Hipotesis**

### 1. Hipotesis Mayor

Ada ketebalan zeolit yang efektif untuk menurunkan kesadahan air.

### 2. Hipotesis Minor

- a. Ada penurunan kadar kesadahan sebelum dan setelah dilakukan penyaringan menggunakan zeolit dengan ketebalan 40 cm.
- b. Ada penurunan kadar kesadahan sebelum dan setelah dilakukan penyaringan menggunakan zeolit dengan ketebalan 50 cm.
- c. Ada penurunan kadar kesadahan sebelum dan setelah dilakukan penyaringan menggunakan zeolit dengan ketebalan 60 cm.