

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan senyawa sederhana yang penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya. Hal tersebut di dukung dengan fakta bahwa 70% permukaan bumi tertutup air dan dua per tiga tubuh manusia terdiri dari air (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011). Air merupakan salah satu komponen pembentuk lingkungan sehingga tersedianya air yang berkualitas mengidentifikasi lingkungan yang baik (Kusnaedi, 2010). Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, mulai dari kebutuhan air mandi, kebutuhan air minum, memasak, mencuci, beribadahan dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah (Chandra dan Budiman, 2006).

Kualitas air meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi harus sesuai dengan batas syarat yang tercantum dalam pengawasan dan syarat-syarat kualitas air yang dituangkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017. Air yang dibutuhkan oleh masyarakat adalah air bersih yang dapat dikonsumsi secara langsung maupun tidak langsung. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak, sedangkan air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum menjadi

kebutuhan utama dalam kehidupan manusia yang memerlukan kualitas sehat dan kuantitas yang cukup serta kontinu (Febrina dan Ayuna, 2015).

Rata-rata kebutuhan air untuk tubuh manusia sebanyak 2,5 liter untuk di konsumsi atau setara dengan delapan gelas setiap harinya. Hal ini dikarenakan tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air, antara 60% - 70% dari seluruh berat badannya. Besarnya kebutuhan air penduduk masing-masing orang berkisar antara 60 liter/orang/hari, yaitu kebutuhan air domestik penduduk di pedesaan, hingga >150 liter/orang/hari, yaitu kebutuhan air domestik penduduk di kota (Sudarmadji, Hadi dan Widyastuti, 2014). Apabila jumlah air yang dikonsumsi kurang dari jumlah ideal, tubuh akan kehilangan banyak cairan (dehidrasi) yang menyebabkan tubuh mudah lemas, capek dan mengalami gangguan kesehatan bahkan akan mengakibatkan kematian (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011).

Dalam upaya pemenuhan kebutuhan air salah satu sumber yang digunakan adalah air tanah dengan menggunakan sumur gali. Kualitas sumur gali dipengaruhi dengan lingkungan sekitar, jenis lapisan tanah dan mudah sekali terkontaminasi oleh air kotor yang berasal dari kegiatan manusia (Saleh, 2013). Air sumur gali yang paling banyak digunakan oleh masyarakat dengan kedalaman \pm 15 m di bawah tanah. Kualitas air sumur gali harus di perhatikan karena masyarakat menggunakannya sebagai kebutuhan sehari-hari, baik untuk air minum maupun untuk keperluan masak.

Salah satu kandungan zat atau mineral yang terdapat di dalam air adalah besi (Fe). Air yang mengandung banyak besi (Fe) akan berwarna kuning dan dapat menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi (Fe) merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan di perairan umum (Kusnaedi, 2010). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, batas maksimal kandungan besi di dalam air adalah 1 mg/L.

Di dalam air bersih Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan kekeruhan. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Senyawa besi (Fe) dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit sedangkan kadar Fe yang terus menumpuk didalam tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Air minum yang mengandung sedikit zat besi (Fe) akan menyebabkan sakit perut yang berupa mual-mual serta mendukung pertumbuhan bakteri besi, dan akan menimbulkan bau amis dalam air (Kusnaedi, 2010). Apabila kandungan Fe dalam air melebihi 10 mg/L akan

menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Slamet dan Soemirat, 2007). Sedangkan tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan besi (Fe) sehingga mereka yang sering mendapat transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Sekalipun Fe itu diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Rusaknya dinding usus ini dapat menimbulkan kematian.

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang telah dilakukan pada tanggal 16 Januari 2018 di Desa Kaliwinih Jogotirto RT 01, RW 17 Berbah, Sleman, bahwa air sumur yang digunakan menimbulkan endapan berwarna coklat kemerahan pada dinding-dinding bak penampungan air. Kondisi air yang keluar melalui pompa air secara fisik terlihat jernih dan bersih, namun apabila didiamkan dalam waktu yang lama akan timbul warna kuning pada air dan tempat penampungan air. Setelah dibau, air juga berbau amis yang menandakan kadar Fe yang tinggi.

Dampak yang ditimbulkan dari kadar Fe yang tinggi juga di keluhkan oleh pemilik rumah. Keluhan yang di rasakan adalah air berbau amis, timbul endapan pada dinding tempat penampungan air yang sulit untuk di hilangkan. Sebagian masyarakat tidak berani menggunakan air sumur sebagai air minum sehingga harus membeli air kemasan untuk keperluan memasak. Air sumur hanya digunakan untuk mencuci dan mandi. Namun masih terdapat beberapa warga masyarakat yang menggunakan air tersebut untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari.

Untuk mengetahui kadar Fe yang terkandung dalam air sumur gali, maka dilakukan pengambilan sampel air sumur gali pada tanggal 16 Januari 2018 di Desa Kaliwinih RT 01, RW 17 Jogotirto, Berbah, Sleman dan pada tanggal 17 Januari 2018 dilakukan uji laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta dengan menggunakan metode *testkit* Fe dan diperoleh hasil kandungan Besi (Fe) sebesar 4 mg/L. Hasil pemeriksaan sampel air sumur gali berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tergolong tinggi dan telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan yaitu baku mutu air bersih, batas maksimal kadar Fe sebesar 1 mg/L untuk air bersih dan 0,3 mg/L untuk air minum. Data tersebut didukung dari pengamatan di lapangan, bahwa air sumur gali berwarna kuning dan berbau. Selain itu, terdapat kerak kuning kecoklatan pada dinding-dinding bak penampungan air. Sumur tersebut memiliki kedalaman 12 meter. Kedalaman sumur juga dapat mempengaruhi kelarutan Fe dalam air, karena semakin dalam air yang meresap ke dalam tanah maka semakin tinggi pula kelarutan besi karbonat dalam air tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan untuk mengatasi masalah-masalah yang telah ditimbulkan akibat kadar Fe (besi) yang tinggi dalam air sumur gali tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas dapat dilakukan dengan cara fisika yaitu dengan filtrasi, cara kimia dengan aerasi dan pertukaran ion. Pengolahan secara filtrasi sistem *up flow* menggunakan

media pasir vulkanik, dan *ion exchange* dengan media zeolit. Kombinasi yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe dan Mn adalah dengan proses aerasi dan saringan pasir cepat dengan merubah susunan tinggi tray dan ketebalan saringan (Saifudin, 2005). Aerasi merupakan suatu sistem oksigenasi melalui penangkapan O_2 dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen bertujuan agar O_2 di udara dapat bereaksi dengan kation yang ada di dalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Proses aerasi untuk menurunkan kadar besi (Fe), kation Fe^{2+} bila di semburkan ke udara akan membentuk oksida Fe_2O_3 . Proses aerasi harus di ikuti oleh proses filtrasi (Kusnaedi, 2005).

Filtrasi adalah proses pengolahan air secara fisik untuk menghilangkan partikel padat dalam air dengan melewati air tersebut melalui material berpori dengan diameter butiran dan ketebalan tertentu (Kusnaedi, 2010). Dalam proses filtrasi diperlukan media yang digunakan untuk menukar ion yang berlebih. Sedangkan, penghilang besi dengan cara pertukaran ion yaitu dengan cara mengalirkan air baku yang mengandung Fe melalui media pertukatan ion. Sehingga Fe akan bereaksi dengan media penukaran ion. Pertukaran ion merupakan proses pertukaran kimia di mana zat yang insoluble memisahkan ion-ion bermuatan positif atau negatif dari larutan elektrolit dan melepaskan ion-ion bermuatan sejenis ke dalam larutan yang secara kimiawi jumlahnya sama. Proses pertukaran ion ini tidak menyebabkan perubahan struktur fisik penukar ion (Poerwadio,

2006). Media yang dapat digunakan sebagai media pertukaran ion diantaranya zeolit.

Terjadinya zeolit sebagai penukar ion karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah (Nugroho *et al.*, 2013). Zeolit dapat digunakan untuk mengikat kation – kation pada air salah satunya besi (Fe), dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki ikatan negatif. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai *ion exchange* pengolahan air (Kusnaedi, 2010).

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka peneliti ingin menurunkan kadar Fe dengan menggunakan rangkaian aerasi, filtrasi dengan media pasir vulkanik 80 cm, dan *ion exchange* media zeolit 80 cm dalam menurunkan Fe air sumur gali di Desa Kaliwinih RT 01 RW 17, Jogotirto, Berbah, Sleman.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut : “Bagaimana rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange* mampu menurunkan Fe air sumur gali”?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Diketahuinya rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange* mampu menurunkan Fe air sumur gali.

2. Tujuan Khusus

- a. Diketuainya kadar Fe sebelum perlakuan dengan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.
- b. Diketuainya kadar Fe setelah perlakuan dengan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.
- c. Diketuainya penurunan kadar Fe antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi :

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Menambah informasi dalam ilmu-ilmu yang berhubungan dengan bidang Kesehatan Lingkungan khususnya ilmu pengelolaan air bersih tentang pengolahan air rangkaian aerasi, filtrasi dengan media pasir vulkanik dan *ion exchange* media zeolit terhadap perbaikan kualitas Fe air sumur gali.

2. Bagi Masyarakat

Dapat dipakai sebagai salah satu alternatif cara pengolahan air untuk menurunkan kadar Fe.

3. Bagi peneliti

Sebagai sarana untuk menambah pengetahuan, wawasan serta mengaplikasikan ilmu yang diperoleh dari bangku perkuliahan terutama di dalam bidang Pengelolaan Air Bersih.

E. Ruang Lingkup

1. Lingkup Keilmuan

Ruang lingkup penelitian ini dalam lingkup Ilmu Kesehatan Lingkungan di bidang Pengelolaan Air Bersih.

2. Materi

Ruang lingkup materi dalam penelitian ini adalah tentang pengelolaan kadar Fe dalam air bersih.

3. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah air sumur gali di Desa Kaliwinih, RT 01 RW 17 Jogotirto, Berbah, Sleman.

4. Lokasi

a. Lokasi pengambilan sampel air di Desa Kaliwinih, RT 01 RW 17 Jogotirto, Berbah, Sleman.

b. Lokasi pengolahan dan pemeriksaan kadar Fe dilakukan di Lab. Rekayasa Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

5. Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April 2018-Mei 2018

6. Keaslian Penelitian

Penelitian dengan judul “Rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange* dalam menurunkan Fe air sumur gali” belum pernah dilakukan sebelumnya.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan penurunan Fe air antara lain yaitu :

- a. Mela Fitriani (2016), Karya Tulis Ilmiah tentang Efektifitas Filter Media Zeolit dan Pasir Hitam untuk Menurunkan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali di dusun Tluren Tirtomulyo Kretek Bantul. Dalam penelitian ini menggunakan media filtrasi pasir hitam dan zeolit untuk menurunkan kadar Fe dan Mn air sumur gali. D media pasir hitam 20 cm dan zeolit 40 cm. Hasil dalam penelitian ini yang paling efektif yaitu variasi D media pasir hitam 20 cm dan zeolit 40 cm dengan hasil penurunan kadar Fe sebesar 1,95 mg/L (98,1%) dan kadar Mn sebesar 1,30 mg/L (96,5%).

Perbedaan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel terikat yaitu pada penelitian Mela menurunkan Fe dan Mn, sedangkan pada penelitian ini menurunkan Fe. Persamaan dalam penelitian ini terletak pada variabel bebas yaitu sama-sama menggunakan media zeolit untuk menurunkan kadar Fe air sumur gali.

- b. Lina Permata Sari (2016). Karya Tulis Ilmiah tentang Filter Resin Arang Aktif penurunan Kadar Fe Air Sumur Gali di Pandak Bantul Tahun 2016. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan kombinasi metode filtrasi arang aktif dan pertukaran ion. Hasil pengolahan yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe air sumur gali adalah pengolahan filter T2 0,451 mg/L atau 83,65 % yaitu filter

resin arang aktif dengan media 3 cm sepon, 25 cm arang aktif, dan penambahan dosis 60 gram resin kation.

Perbedaan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel bebas, yaitu pada penelitian Lina menggunakan resin dan arang aktif sedangkan pada penelitian ini menggunakan kerikil, pasir vulkanik dan zeolit. Persamaan pada penelitian ini sama-sama menggunakan metode pertukaran ion dalam menurunkan kadar Fe air sumur gali.

- c. Ria Asrini Nurjanah (2017). Karya Tulis Ilmiah tentang Pemanfaatan Sabut Kelapa dan Pasir Vulkanik Sebagai Media Filtrasi untuk Perbaikan Kadar Fe, Mn dan Kekeruhan Air Sumur Gali. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan media filtrasi sabut kelapa dan pasir vulkanik. Hasil pengolahan yang paling efektif yaitu pada filter C, dapat menurunkan Fe sebesar 100%, Mn 78% dan kekeruhan 97%. Dan media filter sabut kelapa dan pasir yang paling efektif ada pada ketebalan 50 cm sabut kelapa dan 30 cm pasir (filter C).

Perbedaan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel terikatnya yaitu pada penelitian Ria menurunkan kadar Fe, Mn dan Kekeruhan sedangkan dalam penelitian ini menurunkan Fe. Persamaannya terletak pada variabel bebas yaitu sama-sama menggunakan media pasir vulkanik dalam menurunkan kadar Fe air sumur gali.

d. Citra Noveni (2018). Skripsi tentang Efektivitas Modifikasi Pegolahan Air Bersih dengan Aerasi-*Ion Exchange*-Filtrasi dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Gali di Lingkungan RSUD Muntilan. Pada penelitian ini peneliti menggunakan media zeolit 60 cm, arang/karbon aktif 40 cm dan pasir 30 cm dapat menghasilkan penurunan paling efektif pada pengulangan ke 5 yaitu dengan hasil penurunan kadar besi (Fe) sebesar 1,8 mg/L, dari 2,0 mg/L menjadi 0,2 mg/L dengan efektifitas penurunan 90%, sehingga didapatkan rata-rata selisih hasil pemeriksaan sampel sebelum 2,1 mg/L dan setelah perlakuan yaitu sebesar 0,47 dengan efektifitas penurunan 78,42 %.

Perbedaan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel bebasnya yaitu pada penelitian citra menggunakan zeolit sebagai media aerasi, arang aktif sebagai media *ion exchange* dan media pasir sebagai media filtrasi, sedangkan dalam penelitian menggunakan pasir sebagai media filtrasi dan zeolit sebagai media *ion exchange*. Persamaan dalam penelitian ini terletak pada variabel bebas yaitu sama-sama untuk menurunkan kadar besi (Fe) air sumur gali.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Pengertian Air

Air merupakan aspek penting di bumi. Air sangat dibutuhkan oleh manusia. Sekitar 71% permukaan bumi di tutupi oleh air. Air tawar hanya terdapat kurang lebih 2,5% dari seluruh air yang ada dan air permukaan hanya sekitar 0,007% dari total air. Manusia sangat membutuhkan air untuk kelangsungan hidup. Manusia menggunakan air sebagai bagian tak terpisahkan, untuk air minum, mencuci, pembangkit tenaga listrik dan sebagainya (Sudarmadji, Hadi dan Widyastuti, 2014). Air yang bersifat universal atau menyeluruh dari setiap aspek kehidupan menjadikan sumberdaya tersebut semakin berharga, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. 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 kekeringan (dehidrasi). Apabila tubuh kehilangan banyak air, maka akan mengakibatkan kematian (Sutrisno dan Suciastuti, 2006).

2. Sumber Air

Air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi

menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah (Chandra dan Budiman, 2012).

a. Air angkasa (hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia.

Air hujan merupakan jenis air yang paling murni. Namun dalam perjalanannya turun ke bumi, air hujan akan melarutkan partikel-partikel debu dan gas yang terdapat dalam udara, misalnya gas CO_2 , gas N_2O_3 dan gas S_2O_3 sehingga beberapa reaksi kimia berikut dapat terjadi dalam udara.

- 1) Gas CO_2 + air hujan \longrightarrow asam karbonat
- 2) Gas S_2O_3 + air hujan \longrightarrow asam sulfat
- 3) Gas N_2O_3 + air hujan \longrightarrow asam nitrit

Dengan demikian, air hujan yang sampai di permukaan bumi sudah tidak murni dan reaksi di atas dapat mengakibatkan keasaman pada air hujan sehingga akan terbentuk hujan asam (*acid rain*).

b. Air permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, air terjun dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya.

Air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Faktor-faktor yang harus diperhatikan antara lain :

- 1) Mutu atau kualitas baku
- 2) Jumlah atau kuantitas
- 3) Kontinuitas

Dibandingkan dengan sumber air lain, air permukaan merupakan sumber air yang paling tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lain.

c. Air tanah

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan kedalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut dalam perjalanannya menuju ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sumber air lain yaitu air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit

dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga tersedia sepanjang tahun. Dibalik kelebihanannya, air tanah juga memiliki beberapa kelemahan. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi (magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi).

Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011)

- 1) Air tanah dangkal terjadi karena adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah dangkal memiliki kedalaman 15 m sebagai sumber air minum. Dari kualitasnya air tanah dangkal memiliki kualitas yang baik sedangkan dari segi kuantitasnya kurang cukup dan tergantung dengan musim.
- 2) Air tanah dalam terdapat setelah lapis rapat air yang pertama, kedalaman air tanah dalam antar 100-300 m. Kualitas air tanah dalam lebih baik dibanding air tanah dangkal. Kualitasnya tidak dipengaruhi oleh musim atau tersedia sepanjang musim.

Sumber air bersih selain yang disebutkan diatas, juga masih terdapat sumber air bersih yang lain, yaitu air mata air. Air mata air adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah yang melalui proses *filtrasi* dan *adsorpsi* oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Keuntungan menggunakan air mata air diantaranya adalah kualitas air relatif baik, tidak memerlukan pengolahan lengkap karena biasanya lokasi mata air berada pada daerah relatif tinggi maka

tidak memerlukan sistem perpompaan untuk pengambilan air dan fluktuasi debit pada umumnya konstan. Sedangkan untuk kekurangan air mata air adalah lokasi mata air sukar di jangkau.

3. Sumur Gali

Sumur gali banyak digunakan sebagian besar dari warga Indonesia untuk mendapatkan air bersih yang sederhana dan dapat memenuhi kebutuhan air bersih setiap harinya. Sumur merupakan sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk pedesaan maupun perkotaan. Menurut (Joko, 2010) bentuk dan tipe sumur gali yaitu :

a. Bentuk sumur gali

Bentuk sumur gali dalam spesifikasi ini sesuai dengan penampang lubangnya, yaitu bulat.

b. Tipe sumur gali ada 2 macam yaitu :

- 1) Tipe 1 : Dipilih apabila keadaan tanah tidak menunjukkan gejala atau runtuh. Dinding atas terbuat dari pasangan bata atau batako atau batu belah dengan tinggi 80 cm dari permukaan lantai. Dinding bawah yang sama atau pipa beton kedalam minimal 300 cm dari permukaan lantai.
- 2) Tipe 2 : Dipilih apabila keadaan tanah menunjukkan gejala mudah retak dan runtuh. Dinding atas terbuat dari pasangan bata atau batako atau batu belah setinggi 60 cm dari permukaan lantai. Dinding bawah sampai kedalam sumur dari pipa beton,

minimal sedalam 300 cm dari permukaan lantai dari pipa beton kedap air dan sisa dari pipa beton berlubang.

c. Lokasi penempatan

Penentuan lokasi penempatan sumur gali adalah sebagai berikut :

- 1) Ditempatkan pada lapisan tanah yang mengandung air yang berkesinambungan.
- 2) Lokasi sumur gali berjarak horizontal minimal 11 meter ke arah hulu dari aliran tanah, sumber pencemar seperti bidang resapan dari tangki *saptic tank*, kakus, empang, lubang galian untuk sampah dan lain sebagainya.
- 3) Lokasi sumur gali terhadap perumahan bila dilayani secara komunal maksimal berjarak 50 meter.
- 4) Air yang ditampung dalam sumur adalah berasal dari akuifer.
- 5) Sumur tidak boleh kemasukan air banjir.

4. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan dasar air bersih adalah jumlah air bersih minimal yang perlu disediakan agar manusia dapat hidup secara layak yaitu dapat memperoleh air yang diperlukan untuk melakukan aktivitas dasar sehari-hari. Besarnya kebutuhan air domestik penduduk di pedesaan 60 liter/orang/hari hingga > 150 liter/orang/hari kebutuhan air domestik penduduk di kota metropolitan (Sudarmadji, Hadi dan Widyastuti, 2014).

Kebutuhan air bersih dapat ditinjau menjadi dua yaitu dari segi kuantitas dan kualitas :

a. Menurut Sunjaya dalam (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011) ditinjau dari segi kuantitasnya adalah :

- 1) Kebutuhan air untuk minum dan mengolah makanan 5 liter/orang perhari.
- 2) Kebutuhan air untuk higien yaitu untuk mandi dan membersihkan dirinya 25-30 liter/orang perhari.
- 3) Kebutuhan air untuk mencuci pakaian dan peralatan 25-30 liter/orang perhari.
- 4) Kebutuhan air untuk menunjang pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas sanitasi atau pembuangan kotoran 4-6 liter/orang perhari, sehingga total pemakaian perorang adalah 60-70 liter/hari di kota.

b. Menurut Suparmin dalam (Sutrisno dan Suciastuti, 2006) ditinjau dari segi kualitasnya adalah :

- 1) Iklim meliputi curah hujan dan suhu. Perubahan suhu berpengaruh terhadap pelarutan gas. Curah hujan yang jatuh ke tanah akan melarutkan unsur-unsur kimia.
- 2) Litologi yaitu jenis tanah dan batuan dimana air akan melarutkan unsur-unsur padat dalam batuan tersebut.
- 3) Waktu yaitu semakin lama air tanah itu tinggal di suatu tempat akan semakin banyak unsur yang terlarut.

- 4) Aktivitas manusia yaitu kepadatan penduduk berpengaruh negative terhadap air tanah apabila kegiatannya tidak memperhatikan lingkungan seperti pembuangan sampah dan kotoran manusia.

5. Persyaratan Air Bersih

Kualitas air yang digunakan oleh masyarakat harus memenuhi persyaratan yang harus dipenuhi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan hygiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, dan pemandian umum, sehingga air aman untuk di konsumsi. Secara umum ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih (Joko, 2010) antara lain :

a. Persyaratan Kualitatif

Pesyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air bersih. Parameter yang digunakan sebagai standar kualitas air :

1) Parameter fisik

Air bersih atau air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa selain itu juga air tidak boleh keruh, kekeruhan dalam air minum atau air bersih tidak boleh lebih dari 5 NTU dan untuk suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara dengan 25°C , dengan batas toleransi yang diperbolehkan $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

2) Parameter Kimia

Air bersih atau air minum tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Batas kimia yang dimaksud adalah bahan kimia yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan. Persyaratan air tergolong baik bila memenuhi persyaratan kimia dengan pH netral yaitu 7, tidak mengandung bahan kimia beracun, tidak mengandung garam atau ion-ion logam Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, D, dan Cr. Kesadahan rendah dan tidak mengandung bahan organik NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} , dan NO_3 (Kusnaedi, 2010).

3) Parameter biologi

Tidak mengandung vakteri pathogen (bakteri *coli*, *Salmonella typhi*, *vibrio cholera*) dan tidak mengandung bakteri non patogen (actinomycetes, *phytoplankton coliform*, dadocera.

4) Parameter Radioaktif

Air bersih tidak mengandung zat-zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif seperti sinar alfa, beta dan gamma.

b. Persyaratan Kuantitatif

Air bersih ditinjau dari segi kuantitasnya yaitu air bersih harus selalu tersedia secara terus menerus di sumbernya dan mudah didapatkan oleh masyarakat atau jumlah minimal air bersih yang harus tersedia di sumbernya untuk memenuhi kebutuhan air bersih

yang digunakan sehari-hari secara layak. Sehingga masyarakat tidak mengalami kelangkaan atau krisis air bersih dalam memenuhi kebutuhan air bersih.

c. Persyaratan Kontinuitas

Persyaratan yang sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di dalam, artinya bahwa air baku untuk air bersih dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relative tetap, baik saat musim kemarau ataupun musim hujan.

6. Fe (Besi)

Besi (Fe) adalah logam yang dapat ditemui hampir pada setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologi dan semua badan air. Unsur ini di temukan dalam air mentah alami pada kisaran antara 0,5 sampai 50 mg/liter. Zat besi juga dapat ditemukan pada air minum sebagai hasil penggunaan koagulan zat besi atau akibat korosi bahan dan pipa pelapis besi selama distribusi air (WHO, 2011).

Besi seperti juga cobalt dan nikel di dalam susunan berkala unsur termasuk logam golongan VII, dengan berat atom 55,85, berat jenis 7,86 dan mempunyai titik lebur 2450°C . Senyawa ferro dalam air yang sering dijumpai adalah FeO , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, FeCO_3 , Fe(OH)_2 , FeCl_2 dan lainnya, sedangkan senyawa ferri yang sering di jumpai yakni FePO_4 , Fe_3O_3 , FeCl_3 , Fe(OH)_3 dan lainnya (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011).

Besi di dapatkan dalam berbagai macam mineral termasuk tanah liat. Dalam keadaan tidak ada oksigen, besi terlarut dalam air. Bila dioksidasi pada kisaran pH 7 hingga 8.5, besi hampir tidak larut dalam air dan konsentrasinya dalam air dapat dikurangi sampai lebih kecil dari 0,4 mg/L. Karena besi tidak larut dalam air bila dioksidasi sempurna maka konsentrasi besi residual setelah pengolahan tergantung pada kemampuan pemisahan endapan baik dengan cara koagulasi maupun filtrasi (Budiyono dan Siswo, 2013).

Pada umumnya keberadaan besi yang ada di dalam air bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} atau Fe^{3+} . Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Dalam keadaan tereduksi ion besi di dalam air berada dalam bentuk ferro (ion besi dengan valensi II). Apabila terdapat bahan oksidator atau karena pengaruh oksigen dari udara maka bentuk ferro cepat teroksidasi menjadi ion ferri (ion besi dengan valensi III) dan dapat bereaksi lagi menjadi oksida yang tidak larut. Dalam keadaan asam, dimana pH-nya $< 3,5$ maka ion ferri akan melarut (Joko, 2010).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 tahun 2017 tentang “Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Hygiene, Kolam Renang, *Solusi Per Aqua*, dan Pemandian Umum” bahwa parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan lingkungan untuk Media Air

Keperluan Hygiene Sanitasi, kadar maksimum besi (Fe) yang diperbolehkan 1 mg/L.

Menurut Joko (2010), penyebab utama tingginya kadar besi dalam air diantaranya yaitu :

a. Rendahnya pH air

Potensial Hidrogen atau pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah ≥ 7 . Air yang mempunyai $\text{pH} \leq 7$ dapat melarutkan logam termasuk besi.

b. Temperatur air

Kenaikan temperatur akan menyebabkan maningkatnya derajat korosif.

c. Gas-gas terlarut dalam air

Adanya gas-gas terlarut diantaranya adalah O_2 , CO_2 , dan H_2S .

Beberapa gas terlarut dalam air tersebut akan bersifat korosif.

d. Bakteri

Secara biologis tingginya kadar besi terlarut dipengaruhi oleh bakteri besi yaitu bakteri yang dalam hidupnya membutuhkan makanan dengan mengoksidasi besi sehingga larut.

7. Dampak Fe

Manusia dan makluk hidup lainnya dalam kadar tertentu memerlukan zat besi sebagai nutrient. Untuk keperluan ini tubuh memerlukan 7-35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperoleh dari air (Sutrisno dan Suciastuti, 2006).

Menurut Joko (2010) kandungan Fe dalam air sumur gali dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan diantaranya :

a. Gangguan Teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan, seperti mengotori bak dari seng, wastafel, dan kloset. Bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan.

b. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya kekeruhan, warna, bau, rasa.

c. Gangguan kesehatan

Fe di butuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Kadar besi yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapatkan tranfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung Fe cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu kadar Fe dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

d. Gangguan ekonomis

Gangguan ekonomis yang ditimbulkan adalah tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya untuk pengantiannya.

8. Cara Menurunkan Kadar Fe

Kadar Fe yang ada dalam air dengan melebihi ambang batas maksimum dapat menyebabkan masalah apabila air tetap digunakan dalam pemenuhan kebutuhan hidup. Maka dari itu perlu dilakukannya pengolahan air. Pengolahan air merupakan proses perubahan sifat fisik, kimia dan biologi dari air baku agar memenuhi syarat kesehatan untuk dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya (Febrina dan Ayuna, 2015). Pengolahan air menggunakan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas (*Up Flow*), jika saringan telah jenuh atau buntu, dapat dilakukan pencucian balik dengan cara membuka kran penguras. Dengan adanya pengurasan ini, air bersih yang berada di atas lapisan pasir dapat berfungsi sebagai air pencucian media penyaring (*back wash*). "*Up Flow*" ini mempunyai keunggulan dalam pencucian media saringan (pasir) yang mudah, serta hasilnya sama dengan saringan pasir cepat yang konvensional. Kapasitas pengolahan dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011).

Metode umum yang digunakan untuk proses penyisihan besi secara fisika adalah proses aerasi di lanjutkan dengan proses filtrasi (Joko, 2010).

a. Aerasi

Aerasi merupakan suatu sistem oksigenasi melalui penangkapan O_2 dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar O_2 di udara dapat bereaksi dengan kation yang ada di dalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Proses aerasi terutama untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan magnesium (Mg). Kation Fe^{2+} atau Mg^{2+} bila disebarkan ke udara akan membentuk oksida Fe_3O_3 dan MgO . Fe dapat dihilangkan dari dalam air dengan melakukan oksidasi menjadi $Fe(OH)_3$ yang tidak larut dalam air, kemudian diikuti dengan pengendapan dan penyaringan. Proses aerasi harus diikuti oleh proses filtrasi atau pengendapan (Kusnaedi, 2010). Waktu yang baik untuk melakukan aerasi adalah antara 8-30 menit tergantung tinggi rendahnya kadar Fe yang terkandung di dalam air (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011). Tujuan dilakukan aerasi untuk menambah maupun mengeluarkan gas-gas dari air atau mengoksidasi ion-ion terlarut seperti Fe^{2+} (Budiyono dan Siswo, 2013).

Pada proses aerasi ini digunakan media kerikil, kerikil berfungsi untuk membantu pelepasan mineral besi pada air atau sebagai penangkap padatan besi (Fe). Batuan kerikil mempunyai bentuk yang tidak beraturan, tetapi ukurannya disamakan melalui proses pengayakan. Diameter kerikil yang dipergunakan biasanya antara 1-2,5 cm.

Menurut Joko (2010), proses aerasi pada dasarnya untuk memberikan oksigen ke dalam air atau meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air, diantaranya bertujuan untuk :

1) Perpindahan gas (gas transfer), dalam proses ini dapat menghilangkan CO₂ yang terlarut dalam air, dengan cara melepaskan CO₂ ke udara, dengan proses ini sekaligus menaikkan pH air dan dapat menghilangkan gas amoniak (NH₃);H₂S.

2) Proses oksidasi.

Besi yang tersebar luas di alam, dengan kehadiran O₂ maka besi tersebut larut dalam air. Besi terlarut (Fe²⁺) sulit di endapkan, sehingga harus di ubah menjadi Fe³⁺. Untuk perubahan ini diperlukan oksidasi. Reaksi yang terjadi adalah :



Sesuai dengan reaksi tersebut, maka untuk mengoksidasi setiap 1 mg/L zat besi dibutuhkan 0,14 mg/l oksigen. Pada pH rendah, kecepatan reaksi oksidasi besi dengan oksigen (udara) relatif

rendah, untuk mempercepat reaksi dilakukan dengan menaikkan pH air yang akan diolah.

Reaksi kimia tersebut menyebabkan air menjadi keruh. Pembentukan besi (III) oksidasi terhidrat yang tidak larut menyebabkan air berubah menjadi abu-abu. Besi (II) dapat menjadi jenis yang sangat stabil yang larut dalam sumber air dengan keterbatasan oksigen. Ion $\text{Fe}(\text{OH})_{2+}$ dapat terjadi dalam perairan yang bersifat basa, tetapi jika ada CO_2 maka terbentuk FeCO_3 yang tidak larut. Besi (II) dapat membentuk kompleks yang stabil dengan zat organik yang larut dalam air.

Menurut (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011) ada beberapa contoh peralatan aerasi yang sering digunakan yakni :

a) Aerator Baki (*Tray Aerator*)

Aerator ini terdiri atas 4 sampai 8 tray dengan susunan vertikal maupun piramida. Dasar tray berlubang-lubang dengan jarak 30-50 cm. Melalui pipa berlubang air dibagi merata melalui tray, dari bagian ini percikan air turun dengan kecepatan $0,02 \text{ m}^3 / \text{detik per m}^2$ permukaan tray. Tetesan air yang menyebar dikumpulkan kembali pada setiap permukaan tray berikutnya. *Tray aerator* sering digunakan untuk proses oksidasi besi dan mangan. Biasanya media *tray* terdiri dari bongkahan batu yang telah dilapisi oleh pengoksidasi kuat seperti potassium

permanganat untuk membantu proses oksidasi. Lapisan besi dan mangan akan tertinggal pada permukaan media, dan lapisan ini akan membantu mengkatalis reaksi pengendapan.

b) *Cascade Aerator*

Aerator ini terdiri atas 4 sampai 6 step, dengan ketinggian tiap step ± 30 cm dengan kecepatan $0,01 \text{ m}^3/\text{detik per m}^2$. Aerator ini terdiri dari jatuhan air yang bertingkat ke bawah, dalam hal ini air tidak didispersikan sebagai butiran tetapi air akan didispersikan ke udara selama air berjatuhan pada tangga-tangga *cascade*.

c) *Submerged Cascade Aerator*

Penangkapan udara terjadi pada saat air terjun dari lempengan *trap* yang membawa masuk ke dalam air yang dikumpulkan ke lempengan dibawahnya. Oksigen kemudian di pindahkan dari gelembung-gelembung ke dalam air. Total ketinggian jatuh $\pm 1,5$ m yang dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas peralatan ini antara $0,005$ sampai $0,5 \text{ m}^3/\text{detik per m}^2$.

d) *Spray aerator*

Terdiri atas nozel penyemprotan statis, dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara di sekeliling pada kecepatan $5-7 \text{ m/detik}$. Aliran

pada spray aerator dari arah bawah melalui pipa yang panjangnya ± 25 cm dan diameter 15-30 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter di setiap ujung pipa, sehingga dapat terbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi percikan air yang halus.

e) Aerator dengan Difuser Gelembung (*Bubble Aerator*)

Jumlah udara yang dibutuhkan untuk bubble aerator tidak banyak, yaitu sekitar 0,3-0,5 m³. Udara per m³ air dan volume ini dengan sangat mudah untuk ditingkatkan. Udara di alirkan dengan melalui perpipaan yang diletakkan pada dasar bak.

b. Filtrasi

Proses penyaringan merupakan bagian dari pengolahan air yang pada prinsipnya adalah untuk mengurangi bahan-bahan organik maupun anorganik yang berada dalam air. Penghilangan zat padat tersuspensi dengan penyaringan memiliki peranan penting, baik pada pemurnian air tanah maupun dalam pemurnian buatan di dalam instalasi pengolahan air. Bahan yang dipakai sebagai media saringan adalah pasir yang mempunyai sifat penyaring yang baik, keras, dapat dipakai dalam jangka waktu lama, serta tidak larut dalam air. Filtrasi termasuk dalam pengolahan air secara fisik. Filtrasi adalah proses penyaringan

partikel secara fisik, kimia dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan di sedimentasi melalui media berpori. Tujuan dilakukannya filtrasi yaitu untuk menyaring padatan yang masih tersisa setelah pengendapan atau sedimentasi (Budiyono dan Siswo, 2013). Selama proses filtrasi, zat-zat pengotor dalam media penyaringan akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat. Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan Fe sehingga diperoleh air yang bersih memenuhi standar kualitas air (Joko, 2010). Media yang sering digunakan adalah pasir, karbonaktif, *anthracite*, *coconut shell*, dan lain-lain.

Pada pengolahan ini menggunakan pasir vulkanik sebagai media filtrasi. Pasir merupakan media penyaring yang baik dan biasa digunakan dalam proses penjernihan air dikarenakan pasir sangat mudah didapatkan dan baik untuk dijadikan filter pada suatu instalasi pengolahan air selain itu juga pasir memiliki sifat yang berupa butiran bebas yang porous, berdegradasi, dan *uniformity*. Butiran pasir mempunyai pori-pori dan celah yang mampu menyerap dan menahan partikel dalam air. Butiran pasir juga mempunyai keuntungan dalam pengadaannya mudah dan harganya relatif murah. Pasir berfungsi menyaring kotoran dari air,

pemisahan sisa-sisa flok serta pemisahan partikel besi yang terbentuk sesudah kontak dengan udara (Sugiharto, 1993).

Pasir yang digunakan harus memenuhi kualitas yang baik karena akan mempengaruhi daya adsorbs terhadap air dan mempengaruhi hasil penyaringan, semakin kecil ukuran pasir struktur agregat atau kelompok mineral akan semakin rapat sehingga hasil saring akan semakin baik sampai pada batas tertentu. Struktur kimia pasir vulkanik adalah SiO_2 dimana dalam struktur kimia tersebut terdapat ikatan dengan oksida, apabila oksida mengikat ion logam Fe maka akan terjadi ikatan kimia FeO .

Menurut (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011), filtrasi dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1) Saringan pasir lambat (*slow sand filter*)

Saringan pasir lambat adalah saringan pasir yang mempunyai kerja mengolah air baku secara gravitasi melalui lapisan pasir sebagai media penyaringan. Tujuan pokok penyaringan ini adalah untuk menghilangkan bakteri dan partikel tersuspensi yang terbawa dalam air. Efisiensi saringan pasir lambat cukup besar, berkisar antara 98% - 99% bakteri dapat tertahan, sedangkan partikel suspensi 100%. Kriteria desain pasir lambat yaitu kecepatan filtrasi berkisar antara 0,1-0,4 m^3/jam . Proses penyaringan dapat berjalan baik apabila tinggi pasir penyaring minimal 70 cm, kerana aktifitas

mikroorganisme terjadi di lapisan 30-40 cm di bawah permukaan. Mikroorganisme ini berfungsi memakan dengan menghancurkan zat organik sewaktu air mengalir lewat pasir tersebut. Ketebalan pasir dibawahnya berfungsi sebagai saringan zat kimia, karena disini terjadi proses kimiawi. Diameter pasir efektif antara 0,15-0,36 mm dan angka koefisien uniformitas antara 1,5-3,0 namun dianjurkan <2 sehingga dapat menyaring telur cacing, kista amoeba, larva cacing, dan bakteri.

2) Saringan Pasir Cepat

Penyaringan cepat adalah suatu proses penjernihan dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media porus dengan kecepatan yang relatif tinggi (kecepatan penyaringan 5-15 m/jam). Kecepatan penyaringan relative lebih besar dan pencucian penyaringan menggunakan pengaliran balik (*back washing*). Selama proses tersebut kualitas air membaik karena terjadi pemisahan air 'kotoran'. Saringan air cepat digunakan untuk air dengan kandungan kekeruhan dari 30 ppm. Saringan pasir cepat juga bekerja atas dasar gaya gravitasi melalui pasir berdiameter 0,5-2,0 mm, dan kerikil berdiameter 25 mm, kecepatan filtrasi 100-125 m³/hari. Tebal pasir efektif sekitar 80-120 cm. Saringan cepat ini juga dapat menyaring telur cacing, kista amoeba, larva cacing. Pasir cepat ini juga biasa digunakan untuk megurangi Fe dan Mn (Sanropie, 1984).

Menurut Asmadi, dkk (2011) proses yang terjadi pada filtrasi adalah :

a) Penyaringan mekanik

Proses ini dapat terjadi pada filter cepat maupun lambat. Media yang digunakan dalam filtrasi adalah pasir yang mempunyai pori-pori yang cukup tinggi. Dengan demikian partikel-partikel yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari pori-pori media dapat tertahan.

b) Pengendapan

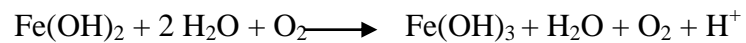
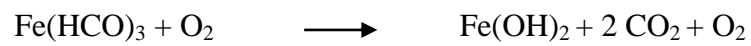
Proses ini hanya dapat terjadi pada filter lambat. Ruang antar butir pasir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel-partikel yang mempunyai ukuran kecil sekalipun, koloidal dan beberapa macam bakteri akan mengendap dalam ruang antar butir dan melekat pada butir pasir efek fisika (*adsorbs*).

c) *Biological action*

Proses ini hanya dapat terjadi pada filter saringan lambat. Suspensi-suspensi yang terdapat di dalam air mengandung organisme-organisme seperti alga dan plankton yang merupakan bahan makanan bagi jenis-jenis mikroorganisme tertentu.

Penurunan kadar besi adalah proses oksidasi dan pengendapan. Prosesnya adalah besi dalam bentuk ferro dioksida terlebih dahulu menjadi bentuk ferri, kemudian

pengendapan dengan membentuk endapan ferrihidroksida. Proses ini mudah terjadi pada kondisi pH + 7 dimana kelarutannya minimum. Persamaan reaksi :



Jadi penurunan kadar besi dalam air pada hakikatnya mengubah dari bentuk yang larut dalam air menjadi yang tidak larut dalam air. Oleh karena itu hasil dari reaksi oksidasi ini selalu menghasilkan endapan. Dalam penerapannya biasanya disertai dengan penyaringan. Proses penyaringan ini dilakukan apabila kadar besi lebih rendah dari 5 mg/L (Joko, 2010).

Pada proses filtrasi juga terjadi reaksi kimia dan fisika, sehingga banyak faktor yang saling berkaitan akan mempengaruhi kualitas air hasil filtrasi. Faktor-faktor tersebut debit filtrasi, kedalaman, ukuran, jenis media, kecepatan filtrasi, waktu kontak. Debit yang terlalu cepat akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air). Bila kecepatan aliran debit dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin menurun, kecepatan aliran air dan debit akan mempengaruhi kejenuhan (Sudarmadji, Hadi dan Widyastuti, 2014). Efisiensi filter merupakan fungsi karakteristik dari *filter bed*, yang meliputi porositas dan ratio kedalaman media terhadap ukuran

media dengan ketebalan media penyaring berkisar antara 80-150 cm dan diameter *effective sizenya* adalah 0,8-0,9 (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011). Tebal media akan mempengaruhi lama aliran dan besar daya saring demikian pula dengan diameter butiran media berpengaruh pada porositas, rate filtrasi dan daya saring. Kecepatan filtrasi digunakan 0,1-0,4 m/jam. Waktu kontak dapat diketahui dengan perhitungan ruang kosong dibagi dengan debit. Semakin lama media digunakan maka semakin banyak filter yang bertahan dalam media filter, sehingga media tersebut lama-lama akan tersumbat atau jenuh. Untuk itu perlu dilakukan pencucian atau regenerasi media filter (Kusnaedi, 2010).

9. Pertukaran ion

Ion exchange merupakan suatu metode unit proses yang terdiri dari reaksi kimia antara ion dalam fase cair dengan ion dalam media padat tidak larut (resin) (Joko, 2010).

Adapun fungsi dari *ion exchange* adalah :

- a. Demineralisasi air
- b. Penyisihan amoniak
- c. Penyisihan logam berat
- d. Pengolahan radioaktif tingkat tinggi dan tingkat rendah.

Proses pertukaran ion terdiri dari reaksi kimia antara ion (kation/anion) dalam fase cair dengan ion dari fase padat. Ion tertentu

dari larutan lebih mudah terserap (terjadi reaksi kimia) oleh padatan penukar ion dan sejumlah ekuivalen ion akan dilepaskan oleh padatan kembali ke fase larutan. Reaksi pertukaran ion dalam pelunakan air yaitu ion magnesium dan kalsium dari air akan diserap oleh resin dan resin akan melepaskan ion natrium untuk menggantikan ion magnesium dan kalsium.

Pertukaran ion digunakan untuk menghilangkan semua kation dan anion dalam air. Dalam proses ini resin penukar kation dimuati ion hydrogen dan resin penukar anion dimuati ion hidroksil. Resin penukar kation akan menukar kation dari air dengan ion hydrogen dan resin penukar anion akan menukar anion dari air dengan ion hidroksil. Hal ini akan menyebabkan air terolah mengandung ion hydrogen dan ion hidroksil yang merupakan komponen utama air minum (Budiyono dan Siswo, 2013). Penghilangan besi dengan cara pertukaran ion yaitu dengan cara mengalirkan air baku yang mengandung Fe melalui suatu media penukaran ion. Sehingga Fe akan bereaksi dengan media penukaran ionnya.

Resin penukar ion yang pertama kali digunakan secara komersial disebut zeolit. Zeolit merupakan penukar ion yang pertama kali digunakan untuk pelunakan air, zeolit yang sering digunakan dalam proses pertukaran ion adalah zeolit alami yang merupakan senyawa hydrous silikat aluminium dengan calcium dan natrium (Na) (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011).

1) Zeolit (*Zeinlithos*)

Zeolit sebagai Kristal *alumina silika* yang berstruktur tiga dimensi, serta terbentuk dari *tetrahedral alumina* dan *silika* dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam. Zeolit memiliki sifat fisika dan kimia yang unik, sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaringan molekul, katalisator dan penukar ion. Prinsip kerja pengolahan air dengan media zeolit sebagai penukar ion terdiri dari tiga komponen yaitu ion yang dipertukarkan, kerangka Aluminium silikat, dan fase ikatan dari komponen zeolit tersebut membentuk struktur kristal (Kumalasari dan Satoto, 2011).

Struktur zeolit adalah kompleks, yaitu polimer Kristal anorganik disadarkan kerangka tetrahedral yang diperluas tak terhingga dari AlO_4 dan SiO_4 dan dihubungkan satu dengan yang lainnya melalui pembagian bersama ion oksigen. Struktur kerangka ini mengandung saluran yang diisi oleh kation dan molekul air. Kation aktif bergerak dan bertindak sebagai *ion exchange*. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation (Kusnaedi, 2010).

Zeolit dapat digunakan untuk mengikat kation-kation pada air seperti besi (Fe), aluminium (Al), atau magnesium (Mg).

Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif. Zeolit memiliki muatan negatif karena keberadaan atom aluminium di dalamnya. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit dapat mengikat kation-kation pada air Fe, Al, Ca, dan Mn yang umumnya terdapat pada air tanah. Dengan demikian zeolit berfungsi sebagai *ion exchange* dan adsorben dalam pengolahan air.

Daya adsorbs zeolit dalam menurunkan Fe pada air, tidak terlepas dari kemampuan zeolit sebagai penukar ion. Proses pertukaran ion terjadi karena adanya ion kation logam dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas dalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Sehingga molekul yang berukuran lebih kecil atau sama dengan rongganya dapat terserap karena struktur zeolit yang berongga.

Ditinjau dari siklus penukaran ionnya, ada 2 tipe yaitu penukaran ion dengan siklus Na yang regenerasinya menggunakan NaCl, dan Penukaran ion dengan siklus H yang regenerasinya menggunakan larutan HCl. Reaksinya seperti berikut :

a) Penukaran ion dengan siklus Na

Tabel 1. Pertukaran Ion dengan Siklus Na Menggunakan Zeolit

Penghilangan	$\text{Na}_2\text{Z} + \text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{FeZ} + 2 \text{Na}(\text{HCO}_3)$
Fe dan Mn dengan Zeolit	$\text{Na}_2\text{Z} + \text{Mn}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{MnZ} + 2 \text{Na}(\text{HCO}_3)$
Regenerasi	$\text{FeZ} + \text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}_2\text{Z} + \text{FeCl}_2$
dengan NaCl	$\text{MnZ} + \text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}_2\text{Z} + \text{MnCl}_2$

Sumber : (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011)

b) Pertukaran ion dengan siklus H

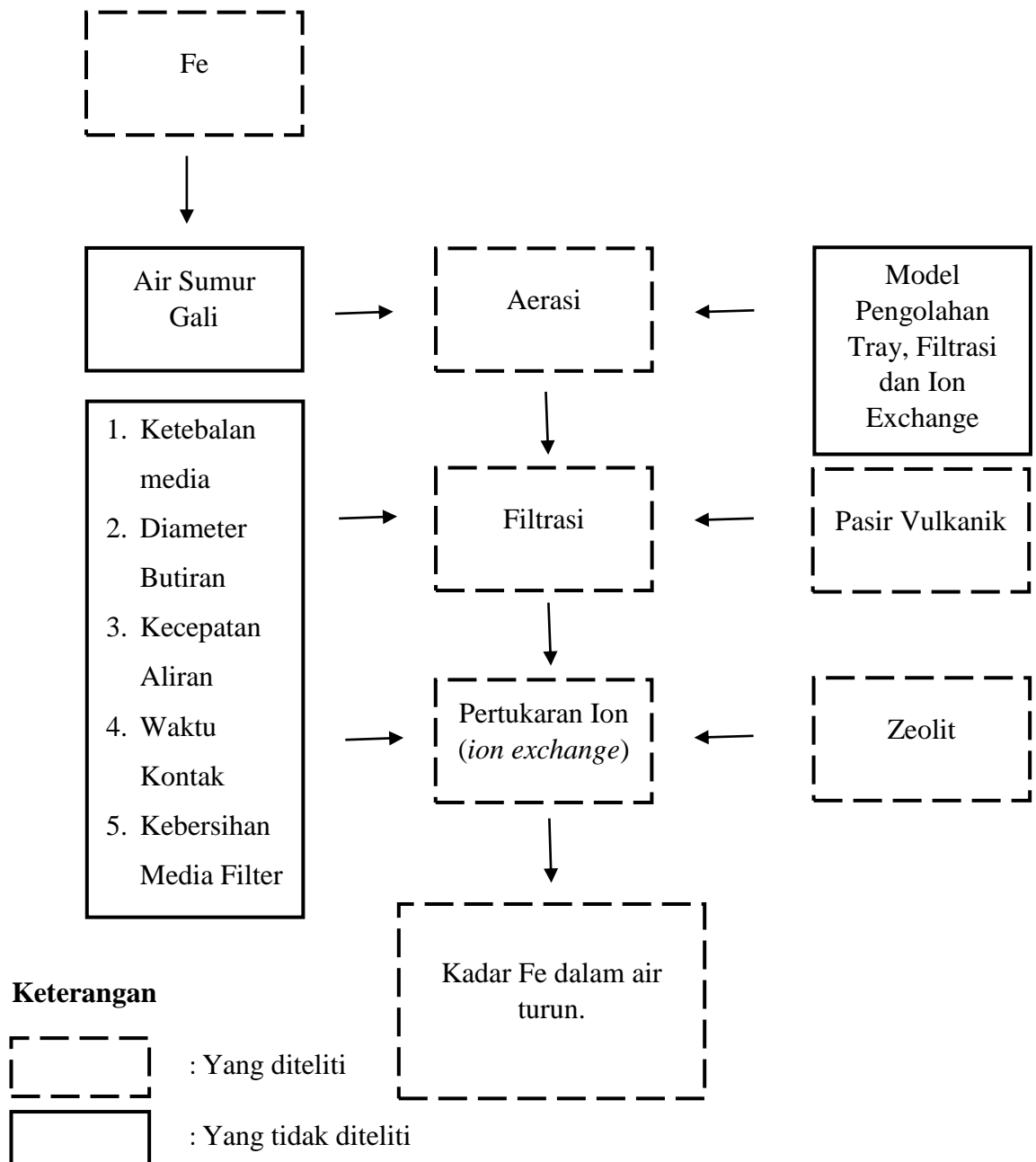
Tabel 2. Pertukaran Ion dengan Siklus H Menggunakan Media Penukar Ion Zeolit

Penghilangan	$2 \text{H}_2 - \text{Z} + \text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{FeZ} + 4 \text{H}_2(\text{CO}_3)$
Fe dan Mn	$2 \text{H}_2 - \text{Z} + \text{Mn}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{MnZ} + 4 \text{H}_2(\text{CO}_3)$
Regenerasi	$\text{FeZ} + 4 \text{HCl} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{Z} + \text{FeCl}_2$
dengan HCl	$\text{MnZ} + 4 \text{HCl} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{Z} + \text{MnCl}_2$

Sumber : (Asmadi, Khayan dan Subaris, 2011)

Dilihat dari persamaan reaksinya maka proses penghilangan besi dan mangan dengan pertukaran ion sangat mudah operasinya, tetapi jika air bakunya mempunyai kekeruhan, kandungan zat organik serta kadar Fe^{3+} dan Mn^{2+} penukar ionnya oleh kotoran tersebut sehingga daya penukar ionnya menjadi cepat jenuh. Hal ini mengakibatkan regenerasi harus lebih sering dilakukan.

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Hipotesis

Rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange* mampu menurunkan kadar Fe air sumur gali.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan berjenis pra eksperimen.

2. Desain Penelitian

Desain penelitian yang akan dilakukan menggunakan *One group pre post test design*, adapun desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

Pre Test	Perlakuan	Post Test
O	X	O'

Keterangan :

O : Kadar Fe sebelum perlakuan dengan menggunakan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

X : Perlakuan dengan menggunakan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

O' : Kadar Fe sesudah perlakuan dengan menggunakan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

Frekuensi (banyaknya) suatu perlakuan yang akan dilakukan dalam percobaan adalah sebanyak 9 kali. Jumlah ulangan suatu perlakuan tergantung pada derajat ketelitian yang diinginkan oleh peneliti terhadap simpulan hasil percobaannya. Sebagai suatu patokan,

jumlah ulangan dianggap telah cukup baik bila memenuhi persamaan berikut (Hanafiah, 2016):

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

Dimana t = jumlah perlakuan

r = jumlah ulangan

$$\text{Perhitungan : } (t - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$(3 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$2 (r - 1) \geq 15$$

$$2 r - 2 \geq 15$$

$$r \geq 17/2$$

$$r \geq 8.5 \text{ (dibulatkan menjadi 9 kali pengulangan)}$$

B. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah air sumur gali milik Bapak Eko Susianto yang beralamat di Kaliwinih RT 01 RW 17 Jogotirto, Berbah, Sleman. Sampel air sumur kemudian diambil dan dilakukan pengolahan dengan rangkaian aerasi, filtrasi dengan media pasir vulkanik dengan ketebalan 80 cm dan *ion exchange* media zeolit dengan ketebalan 80 cm. Pengambilan sampel dilakukan secara *grab sampling*. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan sebanyak 18 kali antara pre dan post. Total sampel yang diperoleh dari semua perlakuan sebanyak 9 sampel *pre* dan 9 sampel *post*.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Mei 2018.

2. Lokasi Penelitian

- a. Lokasi pengambilan sampel air di Desa Kaliwinih, RT 01 RW 17 Jogotirto, Berbah, Sleman.
- b. Lokasi pengolahan dilakukan di Laboratorium Rekayasa Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- c. Lokasi pemeriksaan kadar Fe air bersih dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

Definisi Operasional : Rangkaian bak ekualisasi dengan diameter 43 cm dan tinggi 40 cm di isi dengan air sampel selanjutnya mengukur debit aliran air, kemudian air di alirkan menuju rangkaian aerasi yang harus melewati botol air minum 600 ml yang sudah di beri lubang. Setelah masuk pada bak aerasi yang berisi media kerikil 2 cm dengan diameter bak 43 cm dan tinggi 40 cm di alirkan secara *up flow* menuju dalam tabung filtrasi yang terbuat dari pipa pvc berdiameter 4 inci dengan tinggi pipa 100 cm yang berisi pasir vulkanik setebal 80 cm,

air yang keluar dari tabung filtrasi secara *up flow* masuk pada tabung pertukaran ion media zeolit dengan ketebalan 80 cm dan diameter pipa pvc 4 inchi tinggi pipa 100 cm. Pasir vulkanik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari letusan gunung berapi yang terbawa oleh aliran hujan sehingga di dapatkan di kali (sungai).

Skala : Nominal.

Satuan : cm

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan kadar Fe air sumur gali.

Definisi Operasional : Selisih kadar Fe antara sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan rangkaian aerasi, filtrasi dengan media pasir vulkanik dan *ion exchange* dengan media zeolit di ukur menggunakan *testkit* Fe dengan merk iron tes. Pengukuran dilakukan sebelum air masuk rangkaian aerasi dan setelah air keluar dari tabung penukar ion media zeolit (*outlet* keluar).

Skala : Ratio

Satuan : mg/L

3. Variabel Penganggu

a. Debit aliran air

Debit aliran air adalah volume air yang mengalir tiap detik pada proses filtrasi. Debit yang terlalu besar akan mempengaruhi hasil kadar Fe sehingga tidak efektif. Hal ini disebabkan karena

proses *ion exchange* yang terlalu cepat. Debit aliran air ini dapat dikendalikan dengan cara mengatur debit aliran air yaitu dengan debit 400 ml/menit pada tabung filtrasi dan 340 ml/menit pada tabung pertukaran ion (Lampiran 3).

b. Diameter media filter

Diameter media filter adalah ukuran media filter yang digunakan dalam proses filtrasi. Diameter media yang digunakan akan mempengaruhi lama waktu kontak air sehingga akan menentukan kualitas air yang dihasilkan setelah pengolahan. Media yang digunakan adalah pasir vulkanik dalam filtrasi, dan zeolit sebagai *ion exchange*. Diameter media dikendalikan dengan menggunakan diameter pasir 0,5 mm-2mm, zeolit 0,5-1 mm dan koral untuk aerasi berdiameter 1 cm -2 cm. Semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring, semakin baik pula air yang akan dihasilkan.

c. Ketebalan media

Ketebalan media yaitu pasir vulkanik dalam proses dan zeolit sebagai *ion exchange* adalah ukuran ketinggian media pasir vulkanik dan zeolit. Ketebalan media juga akan mempengaruhi lama waktu kontak air sehingga akan menentukan kualitas air yang dihasilkan setelah pengolahan. Hal ini dapat dikendalikan dengan cara menyeragamkan ketebalan yaitu 80 cm pada setiap tabung,

dikarenakan semakin tebal media semakin bagus hasil yang di dapat.

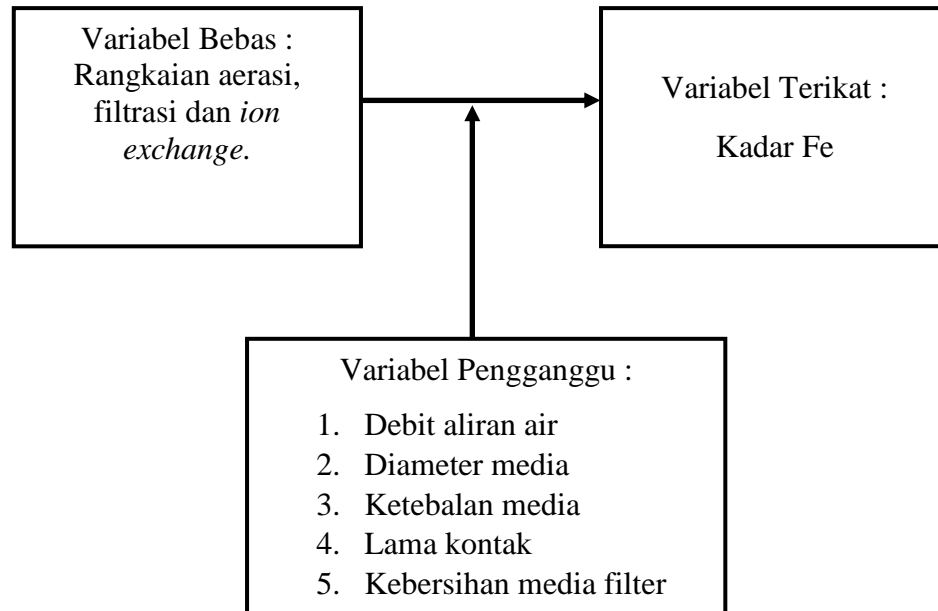
d. Waktu Kontak

Waktu kontak adalah lamanya waktu yang dibutuhkan oleh sampel air untuk bisa kontak dengan media yang digunakan. Apabila waktu kontak tidak diperhatikan akan berpengaruh terhadap hasil pengolahan sehingga hasil tidak maksimal. Lama kontak yang terlalu cepat akan menyebabkan penurunan Fe menjadi kurang efektif dikarenakan proses terjadinya *ion exchange* terlalu cepat. Hal ini dapat dikendalikan dengan cara menentukan waktu kontak sebesar 9,6 menit (Lampiran 3).

e. Kebersihan Media Filter

Media filter yang kotor dapat mempengaruhi hasil pengolahan karena dapat mencemari sampel yang diolah dan menyebabkan hasil dari pengolahan tidak maksimal. Hal ini dapat dikendalikan dengan cara mencuci media sampai bersih sebelum digunakan.

D. Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Hubungan antar Variabel

E. Alat dan Bahan

1. Alat dan bahan untuk rangkaian alat
 - a. Alat
 - 1) Gergaji Besi
 - 2) Bor dan Mata Bor
 - 3) Saringan pasir
 - 4) Meteran
 - 5) Gayung
 - b. Bahan
 - 1) Bak ekualisasi volume 30 liter
 - 2) Bak aerasi 30 liter

- 3) Kran
 - 4) Pipa PVC ½ inchi
 - 5) Sock drat dalam ½ inchi
 - 6) Sock drat luar ½ inchi
 - 7) Pipa L
 - 8) Stop kran
 - 9) Pipa PVC 4 inchi
 - 10) TBA
 - 11) Dop 4 inchi
 - 12) Dop ½ inchi
 - 13) Kerikil
 - 14) Pasir Vulkanik
 - 15) Zeolit
2. Alat dan bahan untuk memeriksa Fe
- a. Alat
 - 1) Comparator testkit dengan nama iron test (yang memiliki sensitifitas hasil pembacaan 0.1-0.2-0.3-0.5-0.8-1.2-2-3-5 mg/L)
 - b. Bahan
 - 1) Reagen Fe-1
 - 2) Sampel air sumur gali.

3. Alat dan bahan untuk menghitung debit aliran

a. Alat

- 1) Stopwatch
- 2) Gelas ukur 1 liter

b. Bahan

- 1) Air sumur gali

F. Jalannya Penelitian

1. Tahap Persiapan

Dalam tahap persiapan penelitian ini terdiri dari :

- a. Perizinan lokasi
- b. Mempersiapkan alat dan bahan berupa bak ekualisasi, bak aerasi, tabung filtrasi media vulkanik, tabung pertukaran ion media zeolit.
- c. Survey pendahuluan

Berupa pengambilan sampel air sumur gali pada lokasi penelitian kemudian dilakukan penelitian di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

d. Penyamaan diameter media

- 1) Menyaring pasir vulkanik sehingga didapatkan pasir dengan diameter 0,5 mm-2,0 mm.
- 2) Menyaring zeolite hingga didapatkan zeolit dengan diameter 0,5 mm-0,1 mm.

e. Pencucian media

Media zeolit, pasir vulkanik dan koral dicuci sampai benar-benar bersih dan tidak terdapat kotoran menggunakan air bersih.

f. Pengaktifan zeolit

Zeolit direndam dengan larutan NaCl (garam) 10% kemudian menjemur media sampai benar-benar kering.

g. Pembuatan alat

Tahap-tahap pembuatan

- 1) Pipa PVC 4 inchi dipotong sepanjang 1 m sebanyak 2 buah,
- 2) Melubangi masing-masing pipa PVC 4 inchi pada bagian bawah, tabung filtrasi di lubangi (2 sisi depan dan belakang) dan bagian atas di lubangi 1 buah pada sisi depan untuk sistem *up flow* dan tabung *ion exchange* di lubangi 1 buah di bagian bawah belakang dan 1 buah di atas pada sisi depan dipasang kran untuk aliran *oulet*. Memasang shock drat $\frac{1}{2}$ inchi. Rangkaian alat ini menggunakan sistem aliran *up flow*. Memasang pipa PVC $\frac{1}{2}$ inchi pada lubang pipa 1 bagian bawah sisi depan dan menutup dengan dop $\frac{1}{2}$ inchi sebagai aliran *backwash*.
- 3) Mengisi media dengan :
 - a) Bak penampung aerasi diisi kerikil 2 cm.
 - b) Pipa untuk filtrasi diisi media pasir vulkanik 80 cm.
 - c) Pipa untuk *ion exchange* diisi media zeolit 80 cm.

- 4) Menyediakan bak ekualisasi dan bak untuk menampung hasil aerasi dengan volume 30 liter. Memasang pipa PVC $\frac{1}{2}$ inci sepanjang 13 cm disertai stop kran untuk mengatur debit aliran air. Sehingga air dari bak ekualisasi akan mengalir kebawa melewati debit dan masuk dalam proses aerasi menggunakan botol air mineral 600 ml yang sudah diberi beberapa lubang sehingga hasil aerasi akan masuk dalam bak yang sudah di isi media kerikil dan air akan masuk dalam proses filtrasi dilanjutkan dengan proses pertukaran ion (*ion exchange*).
- 5) Mengatur debit aliran 400 ml/ menit pada tabung filtrasi dan 340 pada tabung pertukaran ion.
- 6) Rangkaian alat aerasi, filtrasi dengan media pasir vulkanik dan *ion exchange* media zeolit siap digunakan.

2. Tahap Pelaksanaan

Dalam tahap pelaksanaan penelitian ini terdiri dari :

- a. Mengisi bak ekualisasi dengan air sumur gali.
- b. Mengambil 600 ml air sebagai *pre*.
- c. Mengatur debit aliran 400 ml/menit pada tabung filtrasi dan 340 pada tabung pertukaran ion.
- d. Membuka kran *outlet* agar air yang telah mengalami pengolahan keluar dari *outlet*.

- e. Mengambil 600 ml dari hasil olahan sebagai *post* untuk dilakukan pemeriksaan di laboratorium kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
 - f. Pengulangan kedua sampai dengan sembilan dilakukan dengan cara yang sama, *back wash* dilakukan setiap 3 kali pengulangan.
 - g. Media diganti setelah dilakukan 2 kali pengulangan.
3. Tahap pemeriksaan

Pemeriksaan kadar Fe dengan *test kit* Fe :

- a. Mengambil air sampel sumur gali sebanyak 6 ml menggunakan spuit, kemudian dimasukkan ke dalam tabung ulir.
- b. Kemudian menambahkan 3 tetes reagen Fe ke dalam tabung ulir yang telah berisi air sampel, kemudian di gojok.
- c. Di diamkan selama 3 menit, setelah 3 menit cocokkan warna dengan komparator.

G. Instrumen Pengumpulan Data

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah rangkaian alat pengolah air untuk menurunkan kadar Fe yang terdiri dari bak ekualisasi, bak aerasi, tabung filtrasi dan tabung pertukaran ion dengan rangkaian sistem *up flow* menggunakan ketebalan media pasir vulkanik 80 cm dalam proses filtrasi dan media zeolit 80 cm sebagai proses pertukaran ion. Semua disusun pada pipa PVC 4 inchi dengan tinggi 100 cm.

2. Cara yang digunakan untuk mengukur kadar Fe pada air sumur gali dengan melakukan pemeriksaan di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta dengan metode *testkit* untuk mengukur kadar Fe. Data kadar besi (Fe) yang diperoleh dari pemeriksaan sampel air bersih setelah melalui proses pengolahan selanjutnya dicatat dalam tabel.

H. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan *pre test* dan *post test* kemudian di analisis secara deskriptif dan inferensial.

1. Analisis Deskriptif

Data hasil pemeriksaan kadar Fe sebelum dan sesudah perlakuan dimasukkan kedalam tabel dan dilakukan perhitungan rata – rata *pre test* dan *post test* dalam satuan mg/L, kemudian di hitung rata – rata selisih penurunan antara *pre test* dan *post test*, dibandingkan dengan standar maksimum yang diperbolehkan untuk air bersih yang tercantum pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 kadar maksimum Fe adalah 1 mg/L.

2. Analisis Inferensial

Untuk mengetahui perbedaan kadar Fe antara sebelum dan sesudah perlakuan terlebih dahulu dilakukan pengujian normalitas data menggunakan uji normalitas yaitu One Sample *Kolmogorov Smirnov*. Lalu dilanjutkan dengan uji statistik menggunakan uji *Wilcoxon* dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$.

Hipotesis statistiknya adalah sebagai berikut :

H_0 : Tidak ada perbedaan kadar Fe air sumur gali antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

H_a : Ada perbedaan kadar Fe air sumur gali antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan rangkaian aerasi, filtrasi dan *ion exchange*.

Dengan interpretasi :

Jika signifikansi $\alpha > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak

Jika signifikansi $\alpha < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.