

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengertian Air

Air merupakan sumber daya yang esensial bagi makhluk hidup, yaitu untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, kebutuhan pertanian, maupun kebutuhan lainnya. Pemenuhan kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari, terutama untuk kebutuhan air minum harus memenuhi syarat kesehatan. Air yang bersifat universal atau menyeluruh dari setiap aspek kehidupan menjadikan sumber daya tersebut semakin berharga, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Air bersih aman digunakan untuk keperluan sehari-hari apabila telah memenuhi persyaratan kualitas air bersih sesuai dengan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Prsyarat Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

2. Sumber Air Bersih

Air bersih untuk keperluan sehari-hari dibedakan berdasarkan letak sumbernya, yaitu air angkasa, air tanah dan air permukaan.(Chandra & C. Budiman, 2012).

a. Air Angkasa

Air angkasa adalah air yang berasal dari udara melalui proses evaporasi, kondensasi dan preipitasi dari seluruh air yang ada di muka bumi berkumpul di awan yang kemudian turun sebagai hujan dan biasa disebut dengan air hujan (Pebriyanti, 2016). Air hujan turun berupa wujud air dan es atau salju. Air angkasa sejatinya merupakan air yang murni, namun pada saat turun ke bumi air hujan melewati udara yang mengandung banyak senyawa sehingga terjadi reaksi kimia. Reaksi kimia antara air hujan murni dan partikel gas maupun senyawa yang ada di udara mengakibatkan keasaman pada air hujan, sehingga dapat mengakibatkan hujan asam dan kontaminasi maupun pencemaran.

b. Air Permukaan

Air permukaan adalah semua air yang berada di permukaan tanah berasal dari air hujan, air lempasan permukaan maupun air tanah yang keluar ke permukaan bumi sebagai mata air (Pebriyanti, 2016). Air permukaan tersedia dengan kuantitas yang besar namun kualitasnya cukup rendah karena banyak mendapat pengotoran selama pengaliran seperti air sungai, air rawa dan air danau

c. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada dan berasal dari lapisan tanah, baik air yang berada pada lapisan tanah jenuh maupun lapisan tanah tak jenuh (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2018). Air tanah terbagi menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam.

1) Air tanah dangkal

Air tanah dangkal terletak pada kedalaman 15 meter yang berasal dari adanya proses peresapan air permukaan tanah menuju kedalam tanah. Kualitas air tanah dangkal baik, namun ketersediaan air tanah dangkal tergantung pada musim sehingga kurang dapat mencukupi kebutuhan pada musim tertentu (Asmadi & Kasjono, 2011).

2) Air tanah dalam

Air tanah dalam terletak di antara dua lapisan kedap air pada kedalaman antara 100-300 meter. Air tanah dalam lebih jernih dari air tanah dangkal yang disebabkan proses terbentuknya (H Effendi, 2003). Kualitas dan kuantitas air tanah dalam lebih baik dari air tanah dangkal, sehingga dapat dijadikan sumber untuk memenuhi kebutuhan. Karena letaknya yang jauh di dalam tanah, kendala dari pemanfaatan air tanah dalam adalah cara memperolehnya. Karakteristik utama dari air tanah dalam adalah pergerakan yang lambat dan

waktu tinggal yang lama sehingga sulit kembali jika mengalami pencemaran (H Effendi, 2003).

3. Persyaratan Air Bersih

a. Kuantitas Air

Persyaratan air bersih ditinjau dari kuantitas artinya bahwa jumlah air yang dibutuhkan telah memenuhi untuk digunakan dalam keperluan sehari-hari. Kebutuhan air masyarakat pedesaan berbeda dengan masyarakat yang tinggal di perkotaan. Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga di perkotaan sebesar 120 liter/hari/kapita, sedangkan untuk masyarakat di pedesaan sebesar 60 liter/hari/kapita. Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2002). Adapun faktor yang mempengaruhi pemakaian jumlah air diantaranya jumlah penduduk, tingkat pemakaian, tingkat pendapatan, harga air, serta kualitas dan kuantitas air.

b. Kualitas Air

Persyaratan kualitas air bersih merupakan gambaran dari kualitas dan mutu dari air bersih, yaitu harus memenuhi persyaratan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

1) Parameter Fisik

Parameter fisik adalah parameter air yang dapat diindera, baik dengan indera penglihatan, indera penciuman dan indera perasa.

Tabel 1. Baku Mutu Parameter Fisik

Baku Mutu Parameter Fisik Air		
Jenis Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)
Rasa		Tidak berasa
Total zat padat	mg/L	1000
Bau		Tidak berbau
Warna	TCU	50
Kekeruhan	NTU	25
Suhu	°C	suhu udara ± 3

Sumber : Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017

2) Parameter Kimia

Parameter kimia air terdiri atas parameter wajib dan parameter tambahan sesuai dengan Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017.

Tabel 2. Baku Mutu Parameter Kimia

Baku Mutu Parameter Kimia Wajib		
Jenis Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)
Besi	mg/L	1
Deterjen	mg/L	0,05
Fluorida	mg/L	1,5
Kesadahan	mg/L	500
Mangan	mg/L	0,5
Nitrat	mg/L	10
Nitrit	mg/L	1
Pestisida total	mg/L	0,1
Ph	mg/L	6,5-8,5
Sianida	mg/L	suhu udara ± 3

Sumber : Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017

Tabel 3. Baku Mutu Tambahan Prameter Kimia

Baku Mutu Parameter Kimia Tambahan		
Jenis Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)
Air raksa	mg/L	0,001
Arsen	mg/L	0,05
Benzene	mg/L	0,01
Kadmium	mg/L	0,005
Kadmium (valensi 6)	mg/L	0,05
Selenium	mg/L	0,01
Seng	mg/L	15
Sulfat	mg/L	400
Timbal	mg/L	0,05
Zat organik (KMNO ₄)	mg/L	10
Sumber : Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017		

3) Parameter Mikrobiologi

Tabel 4. Baku Mutu Parameter Mikrobiologi

Baku Mutu Parameter Mikrobiologi		
Jenis Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)
<i>E-coli</i>	CFU/100ml	0
Total <i>Coliform</i>	CFU/100ml	50
Sumber : Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017		

4) Parameter Radioaktif

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

4. Kadar Besi Dalam Air

Kandungan unsur kimia pada air tergantung pada formasi geologi sumber dan jalur yang dilalui air. Besar kecilnya suatu material yang terlarut pada air tergantung pada durasi waktu kontak dengan batuan. Semakin lama air kontak dengan batuan, maka semakin tinggi pula unsur yang terlarut di dalamnya (Syahputra, 2008).

Besi (Fe) di dalam susunan unsur berkala termasuk dalam golongan VIII dengan massa atom 56 g/mol dan nomor atom 26 serta bervalensi 2 dan 3. Besi merupakan metal yang berwarna putih keperakan. Kandungan besi dalam air mempunyai bentuk oksidasi, yaitu dalam bentuk valensi dua (Fe^{2+}) dan bentuk valensi tiga (Fe^{3+}). Pada air permukaan kadar besi jarang ditemui lebih dari 1mg/L, namun pada air tanah kadar besi sangat bervariasi, mulai dari konsentrasi rendah sampai dengan konsentrasi tinggi (1-10mg/L) (Said, 2008). Besi di dalam air menimbulkan warna cokelat kekuningan, bau amis dan menyebabkan pengendapan pada pipa sehingga meninggalkan noda pada barang dan perkakas rumah tangga. Adanya kandungan besi dalam air menjadikan air tidak layak untuk digunakan apalagi untuk dikonsumsi.

Faktor yang menyebabkan tingginya kadar besi dalam air menurut (Joko, 2010) adalah sebagai berikut:

a. Bakteri

Bakteri yang hidupnya membutuhkan makanan dengan cara mengoksidasi besi akan melarutkan besi dalam air.

b. Gas terlarut dalam air

Gas terlarut dalam air yang dapat meningkatkan kadar besi biasanya bersifat korosif, seperti gas O_2 , CO_2 dan H_2S .

c. pH

Air dengan $pH \leq 7$ dapat melarutkan logam termasuk besi. Semakin pH-nya rendah, logam akan semakin terlarut.

d. Temperatur

Temperatur yang tinggi akan menyebabkan meningkatnya derajat korosifitas.

5. Dampak Besi Dalam Air

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 tahun 2017, konsentrasi kadar besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah maksimal 1 mg/L.

Konsentrasi kadar besi terlarut dalam air yang tinggi sampai melebihi batas baku mutu dapat menyebabkan berbagai masalah diantaranya:

a. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan karena adanya besi terlarut dalam air dengan konsentrasi ≤ 1 mg/L adalah timbulnya warna kuning kecoklatan, rasa sengak tengik dan bau amis.

b. Gangguan Kesehatan

Sejatinya, besi merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh dengan kadar tertentu. Perkiraan minimum kebutuhan harian kadar besi tergantung pada usia, jenis kelamin, metabolisme dan status fisik. Tubuh yang kelebihan kadar besi pada darah akan mengalami rasa mual, kulit kering dan menghitam. Pada dosis yang tinggi akan menyebabkan kerusakan usus buntu, penyumbatan pada darah bahkan menyebabkan kematian.

c. Gangguan Teknis

Kadar besi yang tinggi menimbulkan endapan yang dapat mengotori bak penampung air, pipa maupun dinding sekitar sarana pemanfaatan air.

6. Pengolahan Air Bersih

Air yang didapatkan dari berbagai sumber tidak semua bisa langsung digunakan karena belum tentu memenuhi syarat sebagai

air bersih menurut Permenkes No. 32 tahun 2017. Oleh karena itu, air perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Beberapa pengolahan yang dapat dilakukan menurut Djasio Sanropie adalah sebagai berikut:

- a. Pengolahan sebagian, yaitu pengolahan air sesuai dengan kebutuhan. Pada umumnya pengolahan sebagian meliputi filtrasi, desinfeksi, dan netralisasi.
 - 1) Filtrasi adalah salah satu pengolahan air secara fisik dengan menghilangkan partikel padat dalam air dengan melewatkan air tersebut melalui material berpori dengan diameter butiran dan ketebalan tertentu (Rahmawati, 2009).
 - 2) Desinfeksi, membunuh semua kuman patogen yang berada di dalam air, sehingga air steril dan aman digunakan.
 - 3) Netralisasi, penyesuaian pH air menjadi pH normal apabila kondisi air dalam keadaan asam ataupun basa kuat.
- b. Pengolahan Lengkap, yaitu pengolahan air secara keseluruhan meliputi pengendapan, koagulasi, pengendapan, filtrasi, desinfeksi, dan netralisasi yang akan dibahas pada perencanaan pengolahan.
 - 1) Pra sedimentasi, yaitu pengendapan pendahuluan, air dilewatkan pada “intake” sebelum air diambil untuk diendapkan pada bak sedimentasi.

- 2) Koagulasi-flokulasi, yaitu proses penambahan bahan koagulan yang dapat membuat flok pada air, biasanya menggunakan tawas/alumunium sulfat.
- 3) Pengendapan kedua, terjadi flokulasi dari air yang sudah diberi koagulan.
- 4) Filtrasi, yaitu penyaringan dengan menggunakan saringan pasir cepat karena air yang sudah melewati bak koagulasi sudah cukup jernih untuk kualitas fisiknya.
- 5) Desinfeksi, membunuh kuman patogen menggunakan bahan kimia yaitu klorin berupa bubuk kaporit ataupun gas klor dengan cara menyuntikkan pipa air yang dialirkan dalam pipa.
- 6) Netralisasi, adalah menyesuaikan pH, apabila air bersifat asam dengan pH rendah maka dinaikkan dan apabila pH tinggi maka harus diturunkan sampai pada pH netral.

7. Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Besi

Filtrasi adalah salah satu pengolahan air secara fisik dengan menghilangkan partikel padat dalam air dengan melewatkan air tersebut melalui material berpori dengan diameter butiran dan ketebalan tertentu (Rahmawati, 2009). Filtrasi digunakan untuk menyempurnakan kadar penurunan kontaminan seperti warna, Fe, rasa, bau dan bakteri sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar baku mutu. Prinsip dasar dari filtrasi yaitu penyaringan

partikel secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan dalam media sedimentasi melalui media berpori.

a. Jenis aliran filtrasi dibagi menjadi 3 yaitu:

1) Filtrasi aliran down flow

Sistem filtrasi aliran down flow yaitu mengalirkan air dari atas menuju ke bawah melewati media filter yang bertujuan untuk mengurangi kandungan tersuspensi dan kandungan kimia untuk kemudian diperoleh hasilnya dibawah media filtrasi (Asmadi & Kasjono, 2011).

2) Filtrasi aliran up flow

Sistem aliran up flow adalah sistem pengolahan air melewati suatu media filter dengan arah aliran dari bawah menuju ke atas, disebut juga sistem *backwash*, yaitu apabila saringan kotor maka proses pencucian akan terjadi dengan sendirinya yakni dengan cara membuka kran pembuangan (Said, 2008).

3) Filtrasi aliran horizontal

Sistem filtrasi horizontal digunakan sebagai *pretreatment* sebelum filtrasi pasir lambat untuk mengurangi kekeruhan dalam air baku. Kombinasi perlakuan didasarkan pada proses pemurnian alami

yang tidak tergantung pasokan bahan kimia. Sistem filtrasi aliran horizontal selain digunakan untuk meningkatkan kualitas fisik pada air agar memenuhi persyaratan, sistem ini juga digunakan untuk menghilangkan bakteri dan virus dalam ukuran 10-20 mikron dan 0,4-0,02 mikron.

b. Faktor Yang Mempengaruhi Filtrasi

Menurut (Kusnaedi, 2010), faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses filtrasi adalah sebagai berikut:

1) Debit

Debit adalah laju aliran air yang melewati suatu penampung melintang persatuan waktu. Sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektivitas filtrasi akan semakin menurun dan sebaliknya apabila kecepatan aliran serta debit air menurun maka efektivitas filtrasi akan semakin tinggi.

2) Ketebalan media filtrasi

Ketebalan media yaitu ukuran ketinggian media filter yang digunakan. Ketebalan media filter mempengaruhi waktu kontak. Semakin tebal media filter yang digunakan maka akan semakin lama waktu

kontak air dengan media filter, sehingga kualitas air yang dihasilkan dari filtrasi semakin baik.

3) Diameter butiran filter

Diameter media filter adalah ukuran media filter yang digunakan dalam proses filtrasi. Semakin kecil ukuran diameter butiran media filter maka akan menyebabkan celah antara butiran semakin rapat dan kecepatan filtrasi semakin pelan sehingga kualitas filtrasi semakin baik.

4) Waktu kontak

Waktu kontak adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh air untuk kontak dengan media filter. Waktu kontak akan mempengaruhi hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak yang digunakan maka kualitas air setelah filtrasi akan semakin baik.

8. Media Pengolahan

a. Ferrolite

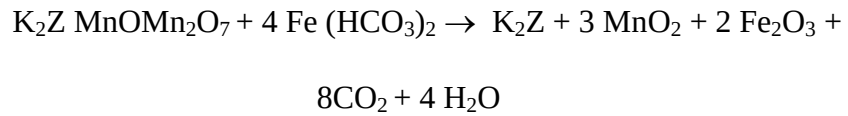
Ferrolite merupakan salah satu jenis mineral yang tersusun dari ion-ion logam, biasanya logam alkali dan alkali tanah dan molekul air. Ferrolite mempunyai fungsi untuk menghilangkan kadar Fe tingkat tinggi, bau menyengat yang ditimbulkan dari besi, dan warna kuning yang terdapat pada air. Bentuk ferrolite yang berbentuk butiran mempunyai keunggulan berpori

sehingga mudah untuk menyerap besi sehingga sangat stabil sebagai filter media baik secara fisik maupun secara kimia.

Ferrolite mempunyai beberapa kelebihan, yaitu:

- 1) Waktu pencucian singkat dibandingkan dengan media filter lain.
- 2) Tidak semua periode mengharuskan pencucian dan tidak perlu dilakukan regenerasi dengan bahan kimia.
- 3) Pada umumnya tidak perlu dilakukan pre-treatment, kecuali untuk kasus khusus.
- 4) Debit kecepatan aliran air bisa 10-20 m³/jam. Kecepatan ini merupakan dua kali kecepatan rata-rata filter pada umumnya.
- 5) Tidak memerlukan bahan koagulan tambahan sehingga membantu mengurangi biaya.

Ferrolite merupakan mineral yang dapat menukar elektron dengan mengoksidasi besi yang larut di dalam air menjadi bentuk yang tak larut sehingga dapat dipisahkan dengan proses filtrasi. Ferrolite (K_2ZnMnO_4) berfungsi sebagai katalis dimana dalam waktu bersama besi yang terdapat dalam air akan teroksidasi menjadi ferri oksida yang tak terlarut dalam air, dapat digambarkan dengan rumus:



b. Zeolite

Zeolit merupakan kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi dengan rongga-rongga di dalamnya berisi ion-ion logam yang mudah melepas kation dan bertukar dengan kation lain. Keberadaan atom di dalam zeolite memiliki muatan negatif yang dapat menyebabkan zeolite mampu mengikat kation (Fe) yang ada dalam air. Zeolit memiliki sifat unik, meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion (Satoto, 2011).

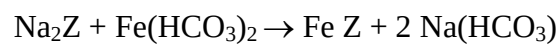
Sifat zeolit sebagai penukar ion karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah dapat bergerak bebas di dalam rongga dan dapat ditukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Karena struktur zeolit berongga, kation atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk ke dalam dan terjebak (Satoto, 2011).

Kelebihan zeolit sebagai media filter:

- 1) Mempunyai sistem kompak yang mudah dioperasikan.
- 2) Dapat dibuat secara kontinyu.
- 3) Harganya relatif murah dan mudah didapat.

Penghilangan besi dengan metode pertukaran ion yaitu dengan cara mengalirkan air baku yang mengandung Fe

melalui suatu media pertukaran ion. Zeolite mudah melepaskan kation dan bertukar dengan kation lainnya, dalam hal ini zeolite melepas natrium dan mengikat Fe (besi) pada proses penurunan kadar besi air tanah (Khiyamah, 2015). Reaksi dari pertukaran dengan media zeolit dapat dituliskan sebagai berikut:



Selama proses filtrasi berlangsung kemampuan reaksi zeolit semakin berkurang dan semakin lama akan menjadi jenuh. Zeolit yang jenuh diganti atau diregenerasi. Lama penggunaan dari media zeolit tergantung dari kualitas air baku dan jumlah air yang terfilter.

c. Arang Aktif

Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pelet atau bubuk. Arang aktif dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang aktif berbentuk kristal mikro karbon grafit yang pori-porinya telah mengalami proses pengembangan kemampuan untuk menyerap gas dan uap dari zat-zat yang tidak larut atau terdispersi dalam cairan (Kusnaedi, 2010).

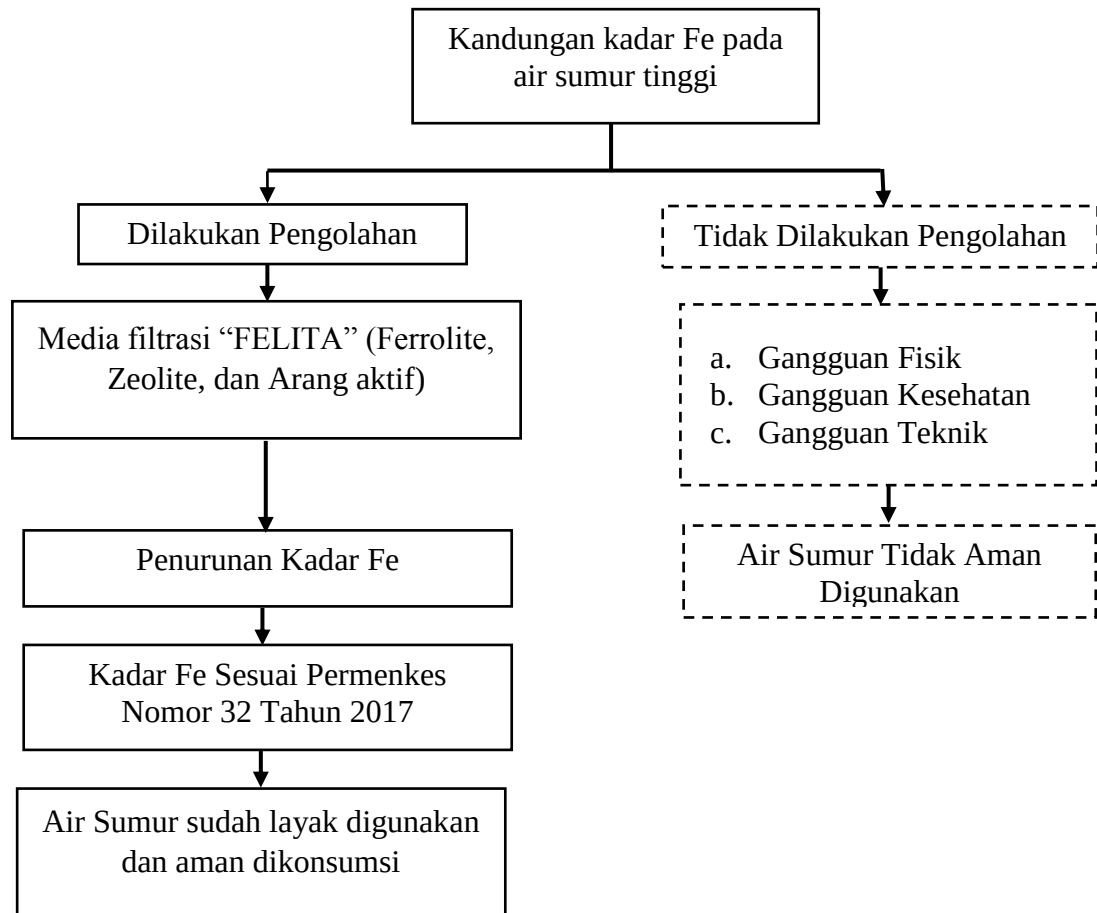
Bentuk arang aktif yang berpori memiliki kemampuan menyerap sehingga arang aktif mampu menurunkan kandungan

Fe dalam air. Banyaknya senyawa yang dapat diserap tergantung kemampuan adsorben, luas permukaan, luas pori, dan ukuran pori. Ada tiga macam bentuk arang aktif yaitu arang aktif serbuk, arang aktif granular dan arang aktif bentuk pelet (Kusnaedi, 2010)

Arang aktif mempunyai beberapa karakteristik, antara lain berupa padatan yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, bersifat higroskopis, tidak larut dalam air, asam, basa ataupun pelarut organik. Selama proses aktivasi arang aktif juga tidak rusak akibat pengaruh suhu maupun penambahan pH (Lempang, 2014).

Penghilangan bahan-bahan organik yang tidak diinginkan dapat dilakukan dengan menggunakan filtrasi arang aktif. Arang aktif digunakan sebagai bahan penghilang warna keruh, bau tidak sedap menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, senyawa phenol serta untuk menyerap logam berat dan lain-lain (Widayat, 2008). Arang aktif sebelum digunakan sebagai media filtrasi penyaring harus direndam dengan larutan NaCl untuk mengaktifkan arang dan dicuci bersih sampai air bekas cuciannya bening (Kusnaedi, 2010).

B. Kerangka Konsep



Keterangan:



= Diteliti



= Tidak diteliti

Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Adanya titik jenuh dari penggunaan filter Felita dalam menurunkan kadar Fe pada sumur bor di Dusun Watugajah, Sendangagung, Minggir, Sleman setelah dilakukan berulang kali.

2. Hipotesis Minor

- a. Ada perbedaan kadar Fe sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan Filter Felita dengan debit 3 liter/menit pada sumur bor di Dusun Watugajah, Sendangagung, Minggir, Sleman.
- b. Adanya titik jenuh dari penggunaan filter Felita dalam menurunkan kadar Fe pada sumur bor di Dusun Watugajah, Sendangagung, Minggir, Sleman setelah dilakukan berulang kali dengan debit 3 liter/menit.