BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Air

Air adalah bagian yang penting untuk berlangsungnya kehidupan seluruh makhluk hidup. Permukaan bumi sendiri 71% ditutupi oleh air. Air tawar yang ada hanya terdapat kurang lebih 2,5% dari seluruh air 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 dkk., 2014)

Pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia karena air sendiri merupakan unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Tanpa pengembangan sumberdaya air yang dilakukan secara konsisten dapat dipastikan peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dapat dinikmati sampai saat ini (Sunaryo dkk., 2005).

Air akan tetap bergerak apabila jumlah air yang tergolong konstan bersirkulasi seiring dengan perubahan cuaca, yang disebut juga dengan siklus hidrologis. Siklus hidrologis ini dapat memperlihatkan adanya berbagai sumber air tawar yang dapat pula diperkirakan kualitas dan kuantitasnya secara sepintas. Sumber-sumber air tersebut adalah air permukaan yang merupakan air sungai dan danau, air tanah yang tergantung kedalamannya bisa disebut air tanah dangkal atau air tanah dalam dan air angkasa, yaitu air yang berasal dari atmosfir, seperti hujan dan salju (Situmorang, 2007).

Sebagian besar penduduk di Indonesia masih menggunakan air sumur sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-

hari. Dengan bertambahnya aktivitas dan jumlah penduduk, maka jumlah air bersih yang diperlukan manusia akan semakin meningkat. Secara global kuantitas sumber daya tanah dan air relatif tetap, sedangkan kualitasnya makin hari makin menurun.

2. Air Sumur

Air tanah (*ground water*) merupakan 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.

Kelebihan air tanah dibandingkan dengan 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. Kelemahan air tanah yaitu mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi (magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi).

Pemanfaatan air tanah untuk kepentingan manusia biasa dilakukan dengan cara membuat sumur atau pompa air. Sumur terdapat dua macam yaitu sumur dangkal (*shallow well*) dan sumur dalam (*deep well*) (Chandra, 2014).

a. Sumur Dangkal (*shallow well*)

Salah satu contoh dari sumur dangkal yaitu adalah sumur gali yang merupakan bentuk dari pemanfaatan sumber air dalam kehidupan di masyarakat. Air tanah dangkal dapat diperoleh pada kedalaman ± 15 m. Berdasarkan kualitas air sumur dangkal tergolong baik, tetapi secara kuantitasnya tergolong kurang karena tergantung pada musim. Menurut Sutisno dan Suciastuti (2010) dalam pembuatan sumur dangkal ada beberapa hal yang perlu diketahui:

1) Dinding sumur dibuat kedap air sedalam 3 m agar pengotoran oleh air permukaan dapat dihindarkan.
2) Bibir sumur dibuat kedap air setinggi minimal 1 m di atas permukaan tanah.
3) Lantai sumur dibuat kedap air dengan luas 1 – 1,5 m dari dinding sumur.
4) Sebaiknya dilengkapi dengan pipa yang dipompakan keluar untuk pengambilan air.
5) Dilengkapi dengan saluran pembuangan untuk membuang air kotor.

b. Sumur Dalam (*deep well*)

Sumur dalam merupakan sumber air yang bersumber dari air hujan yang mengalami proses penyaringan alami oleh lapisan kulit bumi yang menjadi tanah. Dibandingkan dengan sumur dangkal, sumur dalam kualitas sanitasinya lebih unggul dan kontaminasinya lebih sedikit (Chandra, 2014).

Air pada sumur dalam merupakan air tanah dalam yang terdapat di antara lapisan kedap air (impermiabel) yang kuantitasnya tidak dipengaruhi oleh musim maupun lingkungan. Sedangkan kuantitas dari air tanah dalam ini kemungkinan mengandung zat mineral seperti besi (Fe), mangan (Mn), kalsium (Ca), dan CO2 agresif karena dipengaruhi oleh tanah.

3. Persyaratan Kualitas Air Bersih

Persyaratan untuk pengawasan kualitas air tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan 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. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang terdapat parameter wajib dan tambahan.

Parameter tambahan wajib diperiksa hanya apabila kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan, sedangkan parameter wajib harus diperiksa secara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan . 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 (Kementerian Kesehatan, 2017). Parameter yang terdapat pada persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan fisik yang dimaksud merupakan persyaratan air yang dapat diketahui oleh indera, baik dengan indera penglihatan, penciuman maupun indera perasa. Parameter fisik dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 sebagai berikut.

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut (*Total Dissolved Solid)*	mg/l	1000
Suhu	^{o}C	suhu udara ± 3
Rasa		tidak berasa
Bau		tidak berbau

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

b. Persyaratan Biologi

Parameter biologi dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 sebagai berikut.

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Total coliform	CFU/100ml	50
E. coli	CFU/100ml	0

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

c. Persyaratan Kimia

Secara kimia kualitas air tergolong baik bila sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan 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. Parameter fisik dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 dibedakan menjadi 2 yaitu parameter wajib dan tambahan sebagai berikut.

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib		
pH	mg/l	6,5 - 8,5
Besi	mg/l	1
Fluorida	mg/l	1,5
Kesadahan ($CaCO_3$)	mg/l	500
Mangan	mg/l	0,5
Nitrat, sebagai N	mg/l	10
Nitrit, sebagai N	mg/l	1
Wajib		
Sianida	mg/l	0,1
Deterjen	mg/l	0,05
Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan		
Air raksa	mg/l	0,001
Arsen	mg/l	0,05

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Kadmium	mg/l	0,005
Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
Selenium	mg/l	0,01
Seng	mg/l	15
Sulfat	mg/l	400
Timbal	mg/l	0,05
Benzene	mg/l	0,01
Zat organik ($KMNO_4$)	mg/l	10

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

4. Parameter Besi (Fe)

Besi adalah salah satu unsur yang penting dalam air permukaan maupun tanah yang merupakan elemen kimiawi yang sering dijumpai pada setiap tempat di bumi. Ferrum (Fe) atau disebut juga besi merupakan batuan induk yang mengalami pelapukan yang kerap didapati pada perairan umum, garam ferri ataupun garam ferro dengan valensi 2 merupakan bentuk umum senyawa besi pada air (Asmadi dkk., 2011).

Kandungan besi dalam perairan merupakan hal yang tidak diharapkan untuk keperluan rumah tangga dikarenakan dapat mengakibatkan bekas karat atau kekuningan pada pakaian, porselin, alat-alat lain. Pada konsentrasi diatas kurang lebih 0,31 mg/l menghasilkan rasa yang tidak diinginkan pada air minum. Besi memiliki sifat kimia perairan redoks pembentukan kompleks, metabolisme oleh mikroorganisme, dan perairan dari besi antara fasa dan fase padat yang mengandung besi karbonat, hidroksida dan sulfide (Achmad, 2004).

5. Dampak Fe

Zat besi dalam kadar tertentu diperlukan manusia dan makhluk hidup lainya sebagai nutrient. Kadar zat besi yang diperlukan tubuh sekitar 7-35 mg yang tidak hanya diperoleh dari air (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Kandungan Fe dalam air sumur gali mampu mengakibatkan beragam masalah kesehatan seperti:

a. Gangguan Teknis

Endapan $Fe(OH)_3$ mampu menimbulkan pengaruh 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 dapat diakibatkan oleh adanya besi terlarut dengan konsentrasi >1,0 mg/l pada air yaitu timbulnya kekeruhan, warna, bau, serta rasa.

c. Gangguan kesehatan

Kandungan 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 1,0 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

d. Gangguan ekonomis

Gangguan ekonomis yang dapat diakibatkan yaitu tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya untuk penggantiannya

6. Pengolahan Air dengan Kandungan Besi (Fe) Tinggi

Terdapat berbagai metode pengolahan air yang dapat diterapkan untuk menurunkan ataupun menghilangkan kandungan zat besi yang terdapat pada air antara lain:

a. Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyaringan partikel secara fisik, kimia dan biologi yang bertujuan untuk memisahkan ataupun menyaring partikel yang tidak terendapkan pada sedimentasi melewati media berpori. Selama proses filtrasi, zat-zat pengotor dalam media penyaring akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat (Majid, 2019).

Proses Filtrasi atau penyaringan adalah salah satu bagian dari pengolahan air yang memiliki prinsip untuk mereduksi bahan-bahan organik maupun bahan-bahan an organik yang terkandung didalam air. Peniadaan zat padat tersuspensi menggunakan proses penyaringan memiliki peranan yang penting, baik yang terjadi pada pada tahapan pemurnian buatan di dalam instalasi pengolahan air dan pemurnian air tanah maupun dalam. Media yang sering digunakan adalah pasir karena mudah diperoleh dan ekonomis. Selain pasir, media penyaring lain yang dapat digunakan antara lain karbon aktif, zeolit, antrasit, coconut shell, dan lain-lain (Joko, 2010).

b. Oksidasi

Oksidasi dapat diterapkan melalui penggunaan oksigen (aerasi), klorin, klordioksida, pottasium permanganat, atau ozon.

1) Aerasi

Aerasi merupakan salah satu metode penghilangan zat besi pada air melalui oksidasi dengan udara. Ada beberapa jenis aerator yang biasa digunakan untuk pengolahan air minum antara lain cascade aerator, multiple plat form aerator, spray aerator, bubble aerator (pneumatic system) dan multiple tray aerator. Aerasi bekerja dengan memaksimalkan kontak air dengan udara yang tujuanya menambah oksigen, yang mana semakin lama waktu injeksi udara

ke dalam air baku akan memaksimalkan kontak antara air dengan udara sehingga oksigen terlarut semakin banyak (Purba & Hartini, 2013). Dengan bertambahnya jumlah oksigen terlarut, terjadi penurunan jumlah CO_2, yang mana akan menghilangkan H_2S, CH_4 yang merupakan penyebab timbulnya bau, menurunkan kadar Fe dan Mn yang ada dalam air. Dengan proses aerasi terjadi reaksi sebagai berikut:

Merubah $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} \rightarrow$ mengendap

$$4\ Fe^{2+} + O_2 + 10H_2O \rightarrow 4\ Fe\ (OH)_3 + 8\ H^+$$

2) Klorinasi

Penggunaan klorin dikarenakan kemampuan oksidasinya yang cepat serta lebih besar dibandingkan dengan aerasi dan memiliki kemampuan mengoksidasi besi yang berikatan dengan zat organik, tetapi kecepatan oksidasi berkurang. Pada proses klorinasi pH yang baik disarankan pada 8-8,3, oksidasi besi membutuhkan waktu 15-30 menit. Apabila pada air baku terkandung ammonia maka menyebabkan terbentuknya kloramin sehingga laju oksidasi menjadi berkurang. Kehadiran bahan organik seperti asam humic dan asam fulvic) mempengaruhi keefektifan oksidasi. Pada oksidasi besi, bahan organik mempergunakan kebutuhan sebagian klorin dan dapat terjadi pembentukan besi organik kompleks sehingga memberi efek yang kurang baik pada proses oksidasi. Klorin mengoksidasi bahan organik *humic* dan *fulvic acid* membentuk trihalomethan yang bersifat karsinogenik. Sepanjang proses oksidasi klorin, sisa-sisa klorin sebaiknya dijaga hingga pada proses selanjutnya untuk menghindari terjadinya penurunan kondisi yang bisa mengakibatkan endapan terlarut kembali. Pada umumnya proses standard penurunan Fe adalah dengan koagulasi menggunakan alum, flokulasi, pengendapan dan filtrasi dengan didahului proses preklorinasi. Dosis sisa klor yang dianjurkan minimum 0,5 mg/l (Agustina dkk., 2019).

3) Klordioksida

Klordioksida ialah oksidan kuat yang dapat mengoksidasi Fe secara efektif berikatan dengan zat organik. Klordioksida adalah gas yang tidak stabil dan mudah meledak. pH yang perlu diterapkan untuk reaksi oksidasi besi minimum 7. Secara teoritis 1 mg/l klordioksida memiliki kemampuan oksidasi 0,83 mg/l besi. Penggunaan klordioksida dibandingkan dengan klorin lebih mahal sekitar 5x lipat.

4) Potassium

Permanganat merupakan oksidan kuat, waktu oksidasi 5-10 menit pada pH 7,0. Secara teoritis 1 mg/l KMnO4 memiliki kemampuan oksidasi 1,06 mg/l besi. Berlangsungnya proses oksidasi dapat lebih efektif apabila terdapat penambahan klorin sebelumnya.

Penggunaan oksidan tergolong lebih mahal, namun tidak menghasilkan trihalomethan jika digunakan untuk mengoksidasi bahan organik.

5) Ozonisasi

Pengoksidasian Fe dengan kecepatan oksidasi yang tinggi dapat dilakukan dengan penggunaan ozon. Secara teori diperlukan 1mg/l ozon untuk mengoksidasi 2,3mg/l apabila ozon digunakan dengan dosis yang berlebih pada reservoir maka akan menghasilkan pottasium permanganat yang menyebabkan air berwarna merah muda.

c. Ion Exchange

Ion exchange adalah proses pemisahan ion menggunakan media pemisah. Proses ion exchange ini baik dilakukan pada kondisi anaerobik hingga dapat menjaga elemen-elemen agar terhindar dari oksidasi. Proses ini umumnya diterapkan pada industri. Kekurangan proses ini yaitu bahan kimia untuk regenerasi mahal, korosif, bahaya

dan buangan regeran sulit diolah, unit yang otomatis memerlukan perawatan ahli dan unit yang tidak otomatis memerlukan operator yang terlatih dan perhatian yang serius. Terdapat beberapa bahan penukar ion yaitu: Bahan penukar ion alam yang disebut greensand atau zeolit, kemudian bahan penukar ion zeolit buatan dan yang saat ini sering digunakan adalah bahan penukar ion yang disebut resin penukar ion (Rahmawati, 2018).

d. Adsorbsi

Adsorbsi merupakan proses akumulasi subtansi terlarut (soluble) pada larutan oleh permukaan benda penyerap di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara subtansi dan penyerapnya (Sembiring & Sinaga, 2003). Zat penyerap tersebut disebut dengan adsorben, sedangkan zat yang terjerap disebut adsorbat. Bentuk adsorben bisa berwujud zat padat (silika gel, alumina, platina halus, selulosa, dan arang aktif), zat cair ataupun gas.

Adsorbent ialah material yang berpori. Proses adsorpsi terletak pada dinding-dinding pori-pori ataupun letak-letak tertentu pada partikel adsorbent. Karena pori-pori itu biasanya sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan dapat terwujud karena adanya sebuah perbedaan berat molekul ataupun perbedaan polaritas sehingga sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lainnya.

7. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi

Menurut Kusnaedi (2010), terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi filtrasi, yaitu:

a. Debit

Debit aliran merupakan laju aliran (berupa volume air) yang melewati sebuah penampang melintang persatuan waktu. Besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3 /dt). Apabila

kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan menurun.

b. Ketebalan Lapisan Media Filtrasi

Lapisan adalah angka ketebalan media filter yang akan dipergunakan untuk filtrasi. Ketebalan media akan mempengaruhi waktu kontak dan bahan penyaring. Semakin besar ketebalan lapisan filter maka semakin lama waktu kontak air dengan lapisan media filter, sehingga kualitas air hasil yang difiltrasi semakin baik

c. Diameter Media Filtrasi

Semakin kecil diameter butiran media maka celah antar butiran akan semakin rapat sehingga kecepatan penyaringan akan semakin pelan sehingga kulitas penyaringan semakin baik.

d. Lamanya Pemakaian Media untuk Penyaringan

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

e. Waktu Kontak

Waktu kontak adalah lama waktu yang diperlukan air untuk kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak antara air dengan media filter maka kualitas air akan semakin baik.

8. Media Pengolahan Air yang digunakan

Dalam penelitian Novia dan Sugito (2015) pengolahan air dengan kadar Fe tinggi menggunakan kombinasi media zeolit dan resin yang diisi dalam 2 tabung tinggi 10 inchi yang terpisah, setiap tabungnya diisi 1 media dengan ketinggian 19,5 cm, pada filtrasi tersebut hanya memiliki efektivitas *removal* 73%. Namun pada penelitian Nasrudin Purwonugroho (2013) yang menggunakan kombinasi zeolit dan arang aktif dengan ketinggian 60 cm memiliki keefektifan menurunkan Fe 94,50% dan pada

penelitian I Made dan Alfan (2013) kombinasi zeolit dan ferrolite dengan perbandingan 50:50 memiliki keefektifan menurunkan Fe 92,86%. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini menggunakan kombinasi media ferrolite, resin, zeolit dan arang aktif yang dibagi dalam 2 tabung catridge 10 inch, dengan komposisi 2 media pada setiap tabung atau dengan ketinggian masing-masing media 9,5 cm dan diberi sekat pada antar medianya dengan total ketebalan 0,5 cm sehingga media yang dibutuhkan lebih seditkit dan diharapkan dapat efektif menurunkan Fe serta lebih diterima masyarakat karena biaya yang diperlukan untuk media filtrasi lebih sedikit.

a. Zeolit

Zeolit yang bertindak sebagai penukar ion merupakan senyawa dengan kation aktif yang bergerak. Zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lain. Atom alumunium dalam zeolit dapat menghasilkan muatan negatif. Muatan negatif dapat membuat zeolit memiliki kemampuan mengikat kation, sehingga zeolit dapat mengikat kation-kation pada air, seperti Fe, Al atau Mg. Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai penukar ion dan adsorben dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010).

Media filter zeolit merupakan senyawa dengan kation aktif yang bergerak dan umumnya bertindak sebagai penukar ion. Sedangkan keberadaan atom alumunium di dalam zeolit akan menyebabkan memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation, sehingga dapat digunakan untuk mengikat kation-kation pada air, seperti Fe, Al atau Mg. Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif. Di samping itu, zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lain. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai penukar ion dan adsorben dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010).

b. Resin

Resin merupakan sebuah senyawa hidrokarbon yang terpolimerisasi hingga tingkat tinggi yang mengandung ikatan-ikatan hubung silang (cross-linking) serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat dipertukarkan (Lestari & Utomo, 2007). Proses pertukaran ion berlangsung melalui cara difusi fluida yang keluar masuk resin, sehingga ion-ion yang lebih besar dari ukuran tertentu tidak dapat bereaksi karena seleksi tertentu dari derajat ikatan silang resin. Gugus fungsi berupa asam atau basa yang diikat oleh polimer pembentuk resin dan menentukan sifat dasar dari resin yang dibentuk (Nugroho & Purwoto, 2013).

Pengolahan air dengan resin adalah salah satu opsi metode pemisahan menurut perubahan kimia dengan cara menukar ion. Prinsip dari pengolahan air menggunakan resin ialah mengganti ataupun menukar ion yang terikat pada polimer pengisi resinnya dengan ion yang dilewatkan (Kusnaedi, 2010).

Berdasarkan Fungsi gugusnya, resin penukar dapat dibagi menjadi dua yaitu :

1) Resin Penukar Kation (Ion Positif)

Resin penukar kation adalah resin yang akan menukar atau mengambil kation dari larutan (Kusnaedi, 2010). Resin memiliki sifat asam sehingga mampu mengikat ion-ion positif pada air baku. Resin kation merupakan penukar ion positif (kationik) untuk menukar ion dengan muatan elektrolit yang sama (positif) (Nuranto, 2000 dalam Wijayanti, 2012). Resin kation mengandung gugus karboksilat, sulfanoat, fenolat atau gugus lain dan sejumlah kation ekuivalen (Kusnaedi, 2010).

Air yang mengandung ion Fe (besi) akan diikat resin menjadi R-Fe. Tetapi, ikatan tersebut merupakan ikatan tidak permanen sehingga apabila telah jenuh, resin yang digunakan dapat dicuci dengan air hangat yang diberi garam (NaCl). Selanjutnya,

resin akan murni lagi dan dapat digunakan kembali (Kusnaedi, 2010). Menurut Asmadi (2011), reaksi penghilangan Fe dengan siklus hidrogen (H) adalah :

Penghilangan Fe : $R\text{-}H_2 + Fe(HCO_3)_2 \rightarrow R\text{-}Fe + 2\ H_2O + 2\ CO_2$

Regenerasi dengan NaCl : $R\text{-}Fe + 2\ HCl \rightarrow R\text{-}H_2 + FeCl_2$

2) Resin Penukar Anion (Ion Negatif)

Resin penukar anion mengandung anion yang dapat dipertukarkan. Resin penukar anion digunakan melalui suatu cara pemisahan berdasarkan muatan yang dimiliki oleh molekul zat terlarut (Kusnaedi, 2010). Resin ini bersifat basa sehingga dapat mengikat ionion negatif dalam air baku. Resin anion merupakan penukar ion negatif (anionik) untuk menukar ion dengan muatan elektrolit yangsama (negatif) (Wijayanti, 2012). Resin anion dapat diregenerasi dengan larutan HCl. Menurut Asmadi (2011), reaksi penghilangan Fe dengan siklus untuk Na adalah:

Penghilangan Fe : $R\text{-}Na_2 + Fe(HCO_3)_2 \rightarrow R\text{-}Fe + 2\ Na(HCO_3)$

Regenerasi dengan NaCl : $R\text{-}Fe + 4\ NaCl \rightarrow R\text{-}Na_2 + FeCl_2$

c. Ferrolite

Ferrolite adalah salah satu media filter yang dipergunakan dalam penurunan/ peniadaan kandungan besi yang melebih ambang batas dalam air. Kandungan kadar besi yang tinggi pada air mengakibatkan air berwarna kuning ataupun merah dan berbau menyengat(bau besi). Ferrolite ini dapat digunakan untuk media penyaringan air sumur bor, ferrolite dapat pula dipergunakan untuk penghilang polutan dan seiring dengan kebutuhan permasalahan air yang banyak mengandung zat besi kebutuhan terhadap ferrolite akhir-akhir ini memang semakin meningkat tinggi (Putra & Purnomo, 2013).

Ferrolite merupakan suatu jenis mineral yang mempunyai susunan berisi ion – ion logam, umumnya logam alkai dan alkali tanah dan molekul air. Ferrolite bias juga dipergunakan sebagai penghilang polutan dan mampu mengikat bakteri E.coli (Putra & Purnomo, 2013).

Ferrolite ($K_2Z\ MnOMn_2O_7$) mempunyai fungsi selaku katalis yang mana di waktu bersama besi yang berada di air akan teroksidasi menjadi ferri oksida yang tidak larut di air yang mana reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$K_2Z\ MnOMn_2O_7 + 4\ Fe\ (HCO_3)_2 \rightarrow K_2Z + 3\ MnO_2 + 2\ Fe_2O_3 + 8CO_2 + 4\ H_2O$$

Filtrat Fe_2O_3 yang akan terbentuk akibat teroksidasi yang tidak larut di air berbentuk padatan di filtrasi melalui media berikutnya yaitu arang aktif sehingga kandungan besi akan berkurang (Said, 2005).

d. Arang Aktif

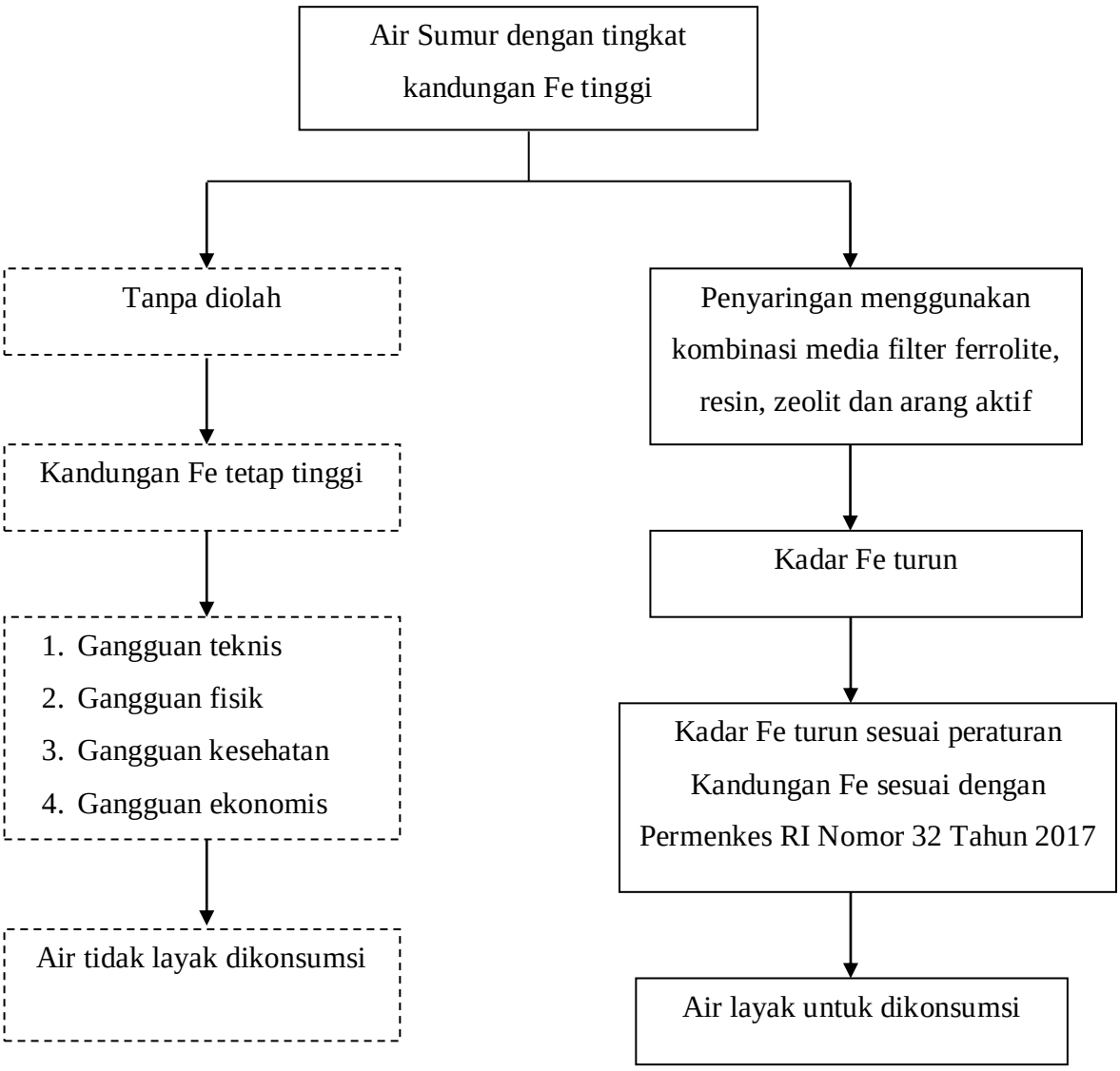
Arang adalah suatu padatan yang memiliki pori dengan kandungan 85- 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang memiliki kandungan karbon dengan pemanasan suhu tinggi. Agar bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi perlu dipastikan saat proses pemanasan tidak boleh ada kebocoran udara pada dalam ruangan pemanasan. Arang aktif atau karbon aktif merupakan jenis karbon yang diaktifkan bertujuan memperbesar luas permukaannya dan meningkatkan kemampuan penyerapan karbon aktif. Luas permukaan partikel menentukan daya serap arang aktif dan kemampuan ini bisa menjadi lebih tinggi apabila arang tersebut diaktifasi dengan aktif factor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Hiroyuki dkk., 2011).

Pengaktifan arang ini dilakukan dengan pemanasan pada temperature tinggi (900^oC) selama beberapa saat dan menghilangkan senyawa yang tidak diperlukan dilakukan dengan pengaliran uap. Metode pengaktifan lainya adalah mengikis arang menggunakan bahan

kimia, seperti asam fosfor, besi khlorida, dan lain-lain. Bahan kimia tingkat sedang dapat digunakan untuk merendam arang dan dilanjutkan pengeringan, sampai pemanasan pada suhu 500°C (Soekardi, 2012).

Arang aktif berfungsi untuk menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, bau, serta menghilangkan kandungan besi (Fe), menghilangkan sedikit mangan (Mn) dan warna kuning pada air tanah atau sumber air lainnya. Dalam proses penyaringan karbon aktif terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan karbon aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka harus diganti dengan karbon aktif yang baru (Juniarto dkk., 2013). Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Nasrudin Purwonugroho (2013) arang aktif dengan ketebalan 60 cm memiliki efektivitas menurunkan kadar Fe sebesar 92,54%, karena kadar Fe sebelum perlakuan adalah 2,910 mg/l dan setelah perlakuan filtrasi turun hingga menjadi 0,217 mg/l.

B. Kerangka Konsep



Keterangan:

———— : Diteliti

- - - - - - - - - - : Tidak diteliti

C. Hipotesis

Terdapat pengaruh filter ferrolite, resin, zeolit dan arang aktif terhadap penurunan kadar besi (Fe)