

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Pengertian Air

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri, makan, dan minum sampai dengan aktivitas-aktivitas lainnya. Tubuh manusia terdiri dari 60–70% air. Transportasi zat-zat makanan dalam tubuh semuanya dalam larutan dengan bentuk larutan dengan pelarut air (Achmad, 2004).

2. Kegunaan Air

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2002) kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga penduduk perkotaan sebesar 120 liter/hari/kapita, sedangkan untuk penduduk pedesaan sebesar 60 liter/hari/kapita (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

Kebutuhan Air Bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman, dan lain sebagainya Sumber air bersih untuk

kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas.

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat.

3. Persyaratan Air Minum

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Minum, air minum harus memenuhi syarat sebagai berikut:

a. Syarat fisik

Syarat fisik adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kadar kualitas air yang berhubungan dengan sifat fisik air. Secara fisik air untuk kebutuhan rumah tangga harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar).

- a) Warna dipersyaratkan dalam air minum untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Ada dua macam warna pada air yaitu *apparent color* dan *true color*. *Apparent color* ditimbulkan karena adanya berbagai benda atau zat tersuspensi dari bahan organik, hal ini lebih mudah diatasi atau dihilangkan dibanding dengan warna yang kedua. *True color* adalah warna yang ditimbulkan oleh zat yang bukan organik. Skala yang digunakan untuk mengukur warna

adalah skala *TCU (True Color Unit)*. Kadar maksimum yang diperbolehkan untuk air minum adalah 15 *TCU* dan air bersih tidak melebihi 50 *TCU*.

b) Kekeruhan dalam air maksimal 25 NTU.

c) Tidak berasa dan tidak berbau.

b. Syarat kimia

Persyaratan kimia adalah persyaratan yang menyangkut kadar atau kandungan zat kimia dalam air. Air bersih tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral, zat-zat kimia tertentu dalam jumlah yang melampaui batas yang telah ditetapkan karena dapat mengganggu kesehatan manusia dan dapat menyebabkan korosif. Air minum tidak mengandung garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, dan Cr.

c. Syarat bakteriologi

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan *Coli* melebihi batas yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Minum, yaitu 0 Coli/100 ml air, tidak mengandung bakteri *Salmonella thypi*, dan *Vibrio cholera*. Air minum juga tidak mengandung bakteri non patogen seperti *Actinomyces*, *dadocera*.

d. Syarat Radiologi

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan sinar α melebihi 0,1 Bq/l (Bequerel/liter), aktivitas β melebihi 1,0 Bq/l.

4. Pengertian Sumur Gali

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan banyak digunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Menurut Departemen Kesehatan RI mengungkapkan bahwa Sumur Gali merupakan sarana penyediaan air bersih dengan cara mengambil atau memanfaatkan air dengan mengambil air menggunakan tangan sampai mendapatkan air bersih, sumur gali merupakan suatu cara pengambilan air tanah yang banyak diterapkan, khususnya di daerah pedesaan karena mudah pembuatannya dan dapat dilakukan oleh masyarakat itu sendiri dengan peralatan yang sederhana dan biaya yang murah.

5. Jenis Sumur Gali

Sumur merupakan sumber utama penyediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun di perkotaan Indonesia. Secara teknis sumur dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

a. Sumur dangkal (*swallow well*)

Sumur semacam ini memiliki sumber air yang berasal dari resapan air hujan di atas permukaan bumi terutama di daerah dataran rendah. Jenis

sumur ini banyak terdapat di Indonesia dan mudah terkontaminasi air kotor yang berasal dari kegiatan mandi cuci kakus (MCK) sehingga persyaratan sanitasi yang ada perlu sekali diperhatikan.

b. Sumur dalam (*deep well*)

Sumur ini memiliki sumber air yang berasal dari proses purifikasi alami air hujan oleh lapisan kulit bumi menjadi air tanah. Sumber airnya tidak terkontaminasi dan memenuhi persyaratan sanitasi.

6. Pengertian Kadar Besi (Fe) dan Sifat Kimianya

Besi adalah satu dari lebih unsur-unsur penting dalam air permukaan dan air tanah. Zat besi merupakan logam yang banyak ditemukan dalam lapisan kerak bumi. Unsur ini ditemukan dalam air mentah alami pada kisaran antara 0,5 sampai 50 mg/l. Air yang mengandung besi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin dan alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa yang tidak enak pada air minum pada konsentrasi diatas kurang lebih 0,3 mg/L. Sifat kimia perairan dari besi adalah sifat redoks, pembentukan kompleks, metabolisme oleh mikroorganisme, dan pertukaran dari besi antara fase padat dan fase cair pada besi karbonat, hidroksida, dan sulfida (Achmad, 2004).

Keberadaan besi dalam air bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuning-kuningan, menimbulkan bau amis, dan membentuk lapisan

seperti minyak. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi, Besi dalam tubuh dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin namun dalam dosis berlebihan dapat merusak dinding usus.

Air yang tinggi kandungan besinya bila bersentuhan dengan udara menjadi keruh, berbau, dan tidak menyenangkan untuk dikonsumsi. Kekeruhan dan warna kuning terbentuk karena oksidasi besi (II) menjadi besi (III) berupa endapan koloid berwarna kuning. Karena oksidasinya berlangsung perlahan terutama pada $\text{pH} < 6$ maka pembentukan dan pengendapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atau Fe_2O_3 berlangsung sangat lambat. Konsentrasi unsur besi yang melebihi $\pm 2 \text{ mg/L}$ akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan yang berwarna putih (Kacaribu, 2008). Hal yang mempengaruhi kelarutan Fe dalam air adalah kedalaman resapan air, pH, temperatur air, bakteri besi, CO_2 agresif.

7. Masalah yang ditimbulkan karena kadar Fe tinggi

Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan $1,0 \text{ mg/l}$ (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017). Menurut Joko (2010), apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya:

a. Gangguan teknis.

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dapat menyebabkan efek yang merugikan seperti :

- 1) Mengotori bak dari seng, wastafel, dan kloset.

2) Bersifat korosif terhadap pipa terutama pipa galvanis dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan saluran menjadi buntu.

b. Gangguan fisik

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

c. Gangguan kesehatan.

Zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengekskresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapatkan transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis tinggi dapat merusak dinding usus yang dapat mengakibatkan kematian. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada kulit dan mata.

8. Pengertian Filtrasi

Filtrasi dalam pengolahan air bersih / minum adalah proses penghilangan partikel-partikel atau flok-flok halus yang lolos dari unit sedimentasi, dimana partikel-partikel atau flok-flok tersebut akan tertahan pada media penyaring selama air melewati media tersebut. Filtrasi

diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, bau, Fe, dan kekeruhan sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar air bersih.

Menurut Sujana (2006) tujuan dari filtrasi adalah berikut:

- a. Memanfaatkan air kotor atau limbah untuk bisa digunakan kembali.
- b. Mengurangi resiko meluapnya air kotor dan limbah.
- c. Mengurangi keterbatasan air bersih dengan membuat filtrasi air.
- d. Mengurangi penyakit yang diakibatkan oleh air kotor.
- e. Membantu pemerintah untuk menggalakan program alternatif perolehan air bersih secara alami dan ramah lingkungan.

Kemampuan filtrasi ditentukan oleh kecepatan filtrasi, jenis media, atau cara kerjanya. Kemampuan filtrasi dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. Saringan pasir cepat (*Rapid Sand Filter*)

Saringan pasir cepat mempunyai kecepatan 40 kali kecepatan saringan pasir lambat, dapat dicuci, dan dapat digunakan koagulan kimia, sehingga efektif untuk pengolahan air dengan kekeruhan yang tinggi. Pada saringan pasir cepat, biasanya digunakan pasir sebagai medium, tetapi prosesnya berbeda dengan pasir lambat. Hal ini disebabkan karena digunakan butiran yang lebih besar atau kasar, dengan ukuran efektif butiran berkisar 0,4-1,2 mm dan kecepatan filtrasi lebih tinggi biasanya antara 5-15 m³/m²/jam.

b. Saringan pasir lambat (*Slow Sand Filter*)

Saringan pasir lambat merupakan saringan air yang dibuat dengan menggunakan lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Saringan pasir lambat didesain dengan kecepatan penyaringan lambat, namun dapat menyaring zat-zat pengotor hingga diameter yang lebih kecil dibandingkan dengan saringan pasir cepat. Sistem pencuciannya dengan cara scraping lapisan atas, namun memakan waktu hingga 1-2 bulan. Luas permukaan lebih besar dibandingkan dengan penyaringan pasir cepat.

Saringan pasir lambat terutama pasir lambat sesuai dengan namanya hanya mempunyai kemampuan menyaring relatif kecil yaitu $0,1-0,3 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $2-7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ karena ukuran butiran pasirnya halus (ukuran efektif kira-kira $0,2 \text{ mm}$ dan air bakunya mempunyai kekeruhan dibawah 10 NTU agar saringan dapat berjalan dengan baik.

9. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

a. Debit

Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Dalam sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan liter per menit (L/menit). Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan

akan semakin turun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan.

b. Ketebalan lapisan media filter

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

c. Lamanya pemakaian media untuk penyaringan

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

d. Diameter butiran filter

Semakin kecil diameter butiran maka akan menyebabkan celah antara butiran akan rapat sehingga kecepatan penyaringannya semakin pelan sehingga kualitas penyaringan semakin baik.

e. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan lama waktu yang dibutuhkan oleh air untuk bisa kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak yang

digunakan antara air dengan media filter maka kualitas air setelah kegiatan filtrasi akan semakin baik.

10. Sistem *Up Flow*

Teknologi saringan pasir lambat penyaringan dari arah bawah ke atas (*Up flow*) ini sudah banyak diterapkan di Indonesia. Saringan pasir lambat yang banyak diterapkan di Indonesia biasanya adalah saringan pasir lambat konvensional dengan arah aliran atas ke bawah (*down flow*), sehingga jika kekeruhan air baku naik terutama pada saat musim hujan maka sering terjadi penyumbatan pada saringan pasir, sehingga perlu dilakukan pencucian secara manual dengan mengeruk media pasirnya dan dicuci, setelah bersih dipasang kembali seperti semula, sehingga memerlukan tenaga yang cukup banyak.

Dengan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas, jika terjadi kejenuhan atau buntu, dapat dilakukan pencucian balik dengan cara membuka penguras. Adanya pengurasan ini, air bersih yang berada di atas lapisan pasir dapat berfungsi sebagai air pencuci media penyaring. Dengan demikian pencucian media penyaring pada saringan lambat *up flow* tersebut dilakukan tanpa pengeluaran atau pengerukan media penyaring.

Pengolahan air menggunakan sistem *up flow* mempunyai banyak keunggulan yaitu:

- a. Dapat menghilangkan zat besi, mangan, warna, dan kekeruhan.

- b. Dapat menghilangkan amonia dan polutan organik, karena proses penyaringan berjalan secara fisika dan biokimia.
- c. Cocok untuk daerah pedesaan dan pengolahan sangat sederhana.

11. Daun Jati (*Tectona Grandis*)



Gambar 1. Daun jati tua (*Tectona grandis*)

Sumber : Dokumentasi pribadi

Jati adalah pohon yang memiliki ketinggian kurang lebih 30-45 meter dan diameter batang bisa mencapai 220 cm. Daun jati berseling dan bentuknya membulat dengan ujung daunnya meruncing, panjang daun jati sekitar 20-50 cm dan lebarnya daunnya sekitar 15-40 cm. Untuk daun muda berwarna hijau kecoklatan dan daun tua berwarna hijau abu-abu. (Sumarna, 2011).

Permukaan atas yang ada di daun jati bertekstur kasar dan berwarna hijau, kemudian permukaan daun di bagian bawah terdapat bulu halus dan

berwarna hijau kekuning-kuningan. Kelenjar merah yang berada di permukaan daun tersebut menghasilkan warna merah jika daun jati diperas. Daun jati umumnya mempunyai tapak yang lebar dengan tangkai daun yang pendek. Daun jati pada pohon yang muda lebih besar dibandingkan dengan pohon jati yang tua, ukuran daun pada pohon jati muda yaitu mencapai 60-70 cm x 80-100 cm, sedangkan pada pohon jati tua ukuran daunnya berukuran 15-20 cm (Kosasih, 2013).

Jati sebagai tumbuhan hiperakumulator adalah tumbuhan yang memiliki toleransi terhadap logam berat. Tumbuhan hiperakumulator dapat mengakumulasi logam berat dengan konsentrasi 100 sampai 1000 kali lebih tinggi daripada tumbuhan non hiperakumulator (Muszumska dan Ewa, 2015), kemampuan penyerapan logam tergantung dari jenis logamnya.

Daun jati bisa digunakan sebagai adsorben dalam mekanisme biosorpsi. Dinding sel daun jati mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin, tannin, dan protein struktural. Kandungan Lignin dalam daun jati sebagai bahan baku yang mampu mengikat ion logam, serta mencegah logam untuk bereaksi dengan komponen lain, dapat digunakan sebagai adsorben dalam mekanisme biosorpsi dan mengakumulasi kandungan logam dalam air terutama kadar Fe. Menurut (Zulaechah, 2017) di dalam daun jati terdapat beberapa komponen dasar diantaranya:

a. Selulosa 28 %

Selulosa ialah senyawa organik yang tidak larut dalam air dengan formula $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang merupakan kandungan utama dalam serat tumbuhan dan berfungsi sebagai komponen struktur tumbuhan. Selulosa ini tersusun atas molekul glukosa rantai lurus dan panjang. Keberadaannya pada dinding sel tanaman bersamasama dengan hemiselulosa dan lignin. Oleh karena itu, serat tanaman biasa disebut dengan lignoselulosa. Selulosa terdiri dari 7000-15000 molekul glukosa. Selulosa bersifat tidak larut dalam air, asam, maupun basa pada suhu kamar. Struktur selulosa terdiri dari 60-70% kristalin dan 30- 40% *amorphous*, sehingga tidak mudah dihidrolisis.

b. Lignin 10 %

Lignin adalah jaringan polimer fenolik tiga dimensi yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi kaku. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman. Berbeda dengan selulosa yang terutama terbentuk dari gugus karbohidrat, lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari 2-3 karbon. Lignin merupakan polimer kompleks dari fenil propana dan mudah didegradasi oleh asam, basa, maupun enzim lignolitik.

c. Karbon Organik 42 %

Karbon organik yaitu senyawa yang memiliki atom karbon didalamnya dan berasal dari makhluk hidup serta berkaitan dengan proses metabolisme dalam makhluk hidup.

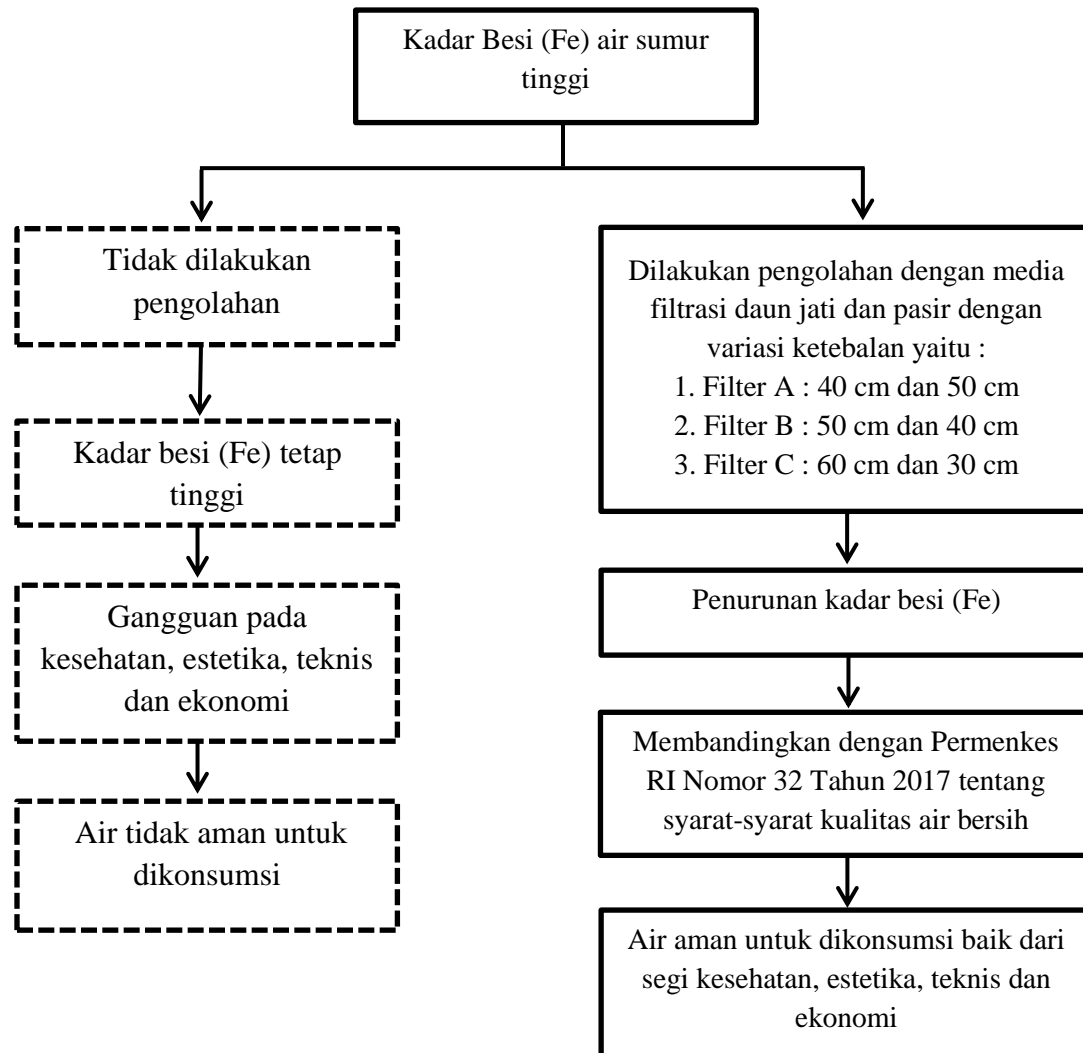
12. Pasir Vulkanik

. Pasir merupakan media penyaring yang baik dan sering digunakan dalam proses penjernihan air karena partikel bebas yang berpori, berdegradasi dan *uniformity*. Media pasir adalah media yang sering digunakan dalam penyaringan. Hal ini dikarenakan pasir sangat mudah didapatkan dan baik untuk dijadikan filter pada suatu instalasi pengolahan air. Pasir yang digunakan dalam proses penyaringan sebaiknya mempunyai sifat penyaringan yang baik, bahan yang keras, tahan lama, serta bebas dari kecurahan, dan tidak larut dalam air. Pasir yang digunakan harus berkualitas baik, karena bahan penyaring akan mempengaruhi daya adsorbs terhadap air, semakin kecil ukuran pasir struktur agregat atau kelompok mineral akan semakin rapat, sehingga hasil saring akan semakin baik sampai pada batas tertentu.. Ukuan diameter pasir terbagi menjadi 3 yaitu pasir kasar dengan ukuran diameter butir 2 mm, pasir sedang ukuran diameter butir 0,6-2 mm , dan pasir halus ukuran diameter butir 0,06-0,2 mm.

13. Kekiril

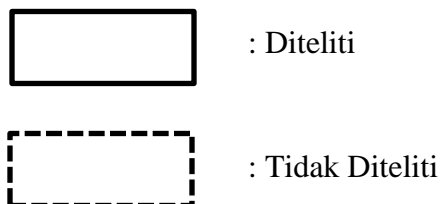
Kerikil berfungsi untuk media penyangga saat proses filtrasi. Media penyangga ini digunakan untuk menahan pasir dan untuk meratakan aliran air menuju media filter.. Diameter kerikil yang biasa digunakan antara 1-2,5 cm. Kerikil yang dipergunakan untuk media penyangga harus bersih, keras, dan tahan lama.

B. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan



C. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Ada perbedaan yang signifikan antara varian ketebalan filter A, filter B, dan filter C dengan media filtrasi daun jati dan pasir terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur gali di Dusun Sawit, Panggungharjo, Sewon.
2. Ada ketebalan media filtrasi yang efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) dengan varian ketebalan filter A, filter B, dan filter C pada air sumur gali di Dusun Sawit, Panggungharjo, Sewon.