

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Air Bersih

a. Pengertian Air Bersih

Menurut (Permenkes RI No.416/Menkes/PER/ 1990) air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

b. Penyediaan Air Bersih

Menurut (Joko, 2010) dalam perencanaan dan manajemen penyediaan air, perlu diketahui data tentang jumlah dan penyebaran penduduk, pemakaian air per kapita dan analisa pemakaian untuk berbagai keperluan. Perencanaan dan manajemen penyediaan air di suatu daerah perlu dialokasikan berdasarkan pada :

- 1) Pemakaian air untuk keperluan rumah tangga
- 2) Pemakaian air untuk keperluan komersial dan industri
- 3) Pemakaian air untuk keperluan umum
- 4) Kebocoran/ kehilangan air

c. Kebutuhan Air Bersih

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. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu perhari berkisar antara 150- 200 liter atau 35 – 40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2012).

d. Sumber Air Bersih

Persediaan air di bumi, sebesar 1300 juta kilometer kubik nampaknya tidak akan habis-habisnya, dan air merupakan salah satu sumber daya alam yang besar, sekitar 70 % permukaan bumi tertutup air. Dari seluruh air yang ada, maka 98% dari air yang ada di bumi adalah berupa air asin dan hanya 2% saja air tawar. Dari 2% ini sebagian besar adalah berupa lapisan-lapisan Es di Green Land (Kutub Utara) dan Antartica (Kutub Selatan).

Jika diperhatikan secara menyeluruh maka yang akan mengalami perputaran adalah seluruh air tersebut di atas. Dari rantai perputaran air tersebut, menurut (Sugiharto, 2003) maka air dapat dibedakan sesuai dengan asal (darimana) air tersebut diambil dapat dibagi dalam :

1) Air Angkasa

Adalah air yang asal pengambilannya berasal dari air hujan. Apabila dilihat dari proses terjadinya hujan maka sebenarnya air hujan merupakan air yang steril dan bebas dari zat-zat beracun, akan tetapi mengingat bahwa selama perjalanan dari atas sampai ke bumi air tersebut telah mengalami kontak dengan udara, maka derajat kekotoran air hujan sangat dipengaruhi oleh derajat pencemaran dari udara tempat dimana hujan tersebut terjadi. Semakin tinggi tingkat pencemarannya maka akan semakin banyak pula zat-zat pencemar yang terbawa oleh air hujan tersebut. Hal ini pun tidak akan berlangsung lama, karena beberapa menit setelah hujan turun maka air hujan tersebut sudah relatif bersih dari zat-zat pencemar.

2) Air Permukaan

Adalah air yang asal pengambilannya dari permukaan tanah. Sumber ini berasal dari permukaan tanah baik keberadaannya tersebut bersifat sementara dan mengalir ataupun stabil, dalam hal ini permukaan air tanah adalah sejajar dengan sumber air permukaan air tersebut. Pada umumnya sumber air permukaan baik yang berasal dari sungai, danau ataupun waduk adalah merupakan air yang kurang baik untuk langsung dikonsumsi oleh manusia, karena itu perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan.

3) Air Tanah

Adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat didalam ruang-ruang antara butir-butir tanah dan mengalami pengisian yang kontinue dan terletak di dalam retakan. Yang pertama disebut sebagai air lapisan dan terakhir disebut sebagai air celah.

2. Persyaratan Air Bersih

Penyediaan air bersih harus dalam jumlah yang cukup, kualitas air bersih juga harus dipenuhi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat kualitas air bersih. Persyaratan kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia, dan radioaktif. Antara lain sebagai berikut :

1) Persyaratan Fisik

Persyaratan fisik adalah persyaratan air yang dapat di indera, baik dengan indera penglihatan, penciuman, maupun indera perasa, meliputi :

- 1) Air harus jernih, bersih, dan tidak berwarna
- 2) Tidak berbau dan tidak mempunyai rasa apapun
- 3) Suhu air kira-kira sama dengan suhu ruang sehingga air bersih tidak terlalu dingin tetapi memberi rasa segar

2) Persyaratan Kimia

Persyaratan kimia air bersih adalah persyaratan yang menyangkut kadar atau kandungan zat kimia dalam air. Air bersih tidak boleh

mengandung zat-zat yang dapat mengganggu kesehatan manusia atau zat korosif yang dapat merusak pipa air bersih. Salah satu zat yang dapat menimbulkan berbagai masalah bagi kehidupan manusia adalah kandungan Fe, Mn yang terlalu tinggi di dalam air. Konsentrasi besi yang terlarut dan mangan dalam air yang diperbolehkan masing-masing adalah sampai dengan 1,0 mg/liter dan 0,5 mg/liter. Apabila konsentrasi besi dan mangan terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya gangguan teknis, gangguan fisik, gangguan kesehatan dan gangguan ekonomis (Joko, 2010).

3) Persyaratan Mikrobiologi

a) Tidak mengandung bakteri *pathogen*, misalnya bakteri golongan *colli*, *salmonella typhi*, *vibrio cholera* dan lain-lain.

Kuman-kuman ini sangat mudah tersebar melalui air.

b) Tidak mengandung bakteri non pathogen, seperti *actinomycete*, *phytoplankton*, *coliform*, *cladocera*, dan lain-lain.

4) Persyaratan Radioaktif

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

3. Kadar Fe dalam Air

Zat besi merupakan logam yang banyak ditemukan dalam lapisan kerak bumi. Unsur ini ditemukan dalam air pada kisaran antara 0,5

sampai 50 mg/L. Zat besi juga dapat ditemukan di air minum sebagai hasil penggunaan koagulan zat besi akibat korosi bahan dan pipa besi selama distribusi air (WHO, 2004).

Besi adalah satu dari lebih unsur-unsur penting dalam air permukaan dan air tanah. Perairan 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 sulfide (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.

Besi (II) sebagai ion berhidrat yang dapat larut (Fe^{2+}) merupakan jenis besi yang terdapat dalam air tanah. Air tanah yang mengandung Fe (II) memiliki sifat yang unik. Dalam kondisi tidak ada oksigen, air tanah yang mengandung Fe (II) jernih, begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro berubah menjadi ferri

dengan reaksi $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 8\text{H}^+$ dan menyebabkan air menjadi keruh.

Beberapa sifat besi yang terkandung dalam air (Sutrisno, 1996) antara lain :

- 1) Terlarut sebagai Fe^{2+} (Ferro) atau Fe^{3+} (Ferri)
- 2) Tersuspensi sebagai butiran koloid atau lebih besar seperti Fe_2O_3 , FeO , FeOOH , $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- 3) Terkandung dengan zat organik atau zat padat anorganik (seperti tanah liat)

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

- 1) Rendahnya pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah ≥ 7 . Air yang mempunyai $\text{pH} \leq 7$ dapat melarutkan logam termasuk pH.
- 2) Temperatur air
Kenaikan temperatur akan menyebabkan meningkatnya derajat korosif.
- 3) 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.

4) Bakteri

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

4. Kadar Mn dalam Air

Mangan merupakan unsur logam golongan VII dengan berat atom 54,93 titik lebur 1247°C , dan titik didihnya 2032°C . Mangan dalam air bersifat terlarut dan mempunyai valensi dua, biasanya membentuk MnO_2 . Mangan dalam jumlah kecil ($<0,5 \text{ mg/L}$) tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk mengibah karbohidrat dan protein membentuk energi yang digunakan, tetapi dalam jumlah yang besar ($>0,5 \text{ mg/L}$), mangan dalam air dapat menyebabkan noda pada pakaian, rasa logam pada air, menimbulkan bau amis dan bersifat neurotoksik. Kandungan mangan dalam air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air bersih disebutkan bahwa kadar maksimum yang diperbolehkan adalah $0,5 \text{ mg/L}$. Keberadaan mangan yang berlebihan dapat menyebabkan flek pada benda-benda putih, menimbulkan rasa dan menyebabkan warnapada air bersih dan bersifat toksik (Sugiharto, 2003).

5. Kadar Kekeruhan pada Air

Kekeruhan merupakan sifat dari air yang tidak membahayakan tetapi ia menjadi tidak disenangi karena dapat mengurangi segi estetika dan menimbulkan kekhawatiran terkandungnya bahan-bahan kimia yang dapat mengakibatkan efek toksik terhadap manusia.

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Kekeruhan disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik (Sutrisno, 1996).

Kekeruhan dinyatakan dalam satu unit turbiditas yang setara dengan 1 mg/L SiO_3 . Kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernafasan dan daya lihat organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya kedalam air. Tingginya nilai kekeruhan dapat juga mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektifitas desinfeksi pada proses penjernihan air (Effendi, 2007).

Menurut Permenkes 416 tahun 1990, bahwa batas maksimal pada kadar kekeruhan yang diperbolehkan dalam penyediaan air bersih adalah 25 NTU.

6. Dampak Fe, Mn dan Kekeruhan

1) Dampak Fe

Menurut (Djasio Sanopie, dkk 1983) kandungan Fe dalam air sumur gali dapat menyebabkan berbagai masalah diantaranya :

a) Gangguan teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan sepertimengotori bak dari seng, wastafel dan kloset. Bersifat korosif terhadap pipa terutama pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga menyebabkan pembuntuan.

b) Gangguan Fisik

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

c) Gangguan Kesehatan

Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Zat Fe 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 dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi. Apabila kelarutan dalam air melebihi 10 mg/L akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

d) Gangguan ekonomis

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

2) Dampak Mn

Dampak mangan dalam air dengan jumlah ($> 0,5$ mg/L) dapat menyebabkan noda pada pakaian, rasa logam pada air, menimbulkan bau amis serta dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Dalam jumlah yang besar dapat tertimbun di dalam hati dan ginjal. Ada berbagai pendapat tentang gangguan kesehatan akibat keracunan senyawa mangan tetapi umumnya dalam keadaan kronis menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan menampilkan gejala seperti penyakit parkinson (Djasio Sanopie, dkk, 2011).

3) Dampak Kekeruhan

Menurut Sutrisno (1996), dampak kekeruhan dalam air bersih antara lain :

- 1) Gangguan aspek ekonomi antara lain, air akan menjadi tidak disenangi karena warnanya dan selanjutnya akan mendorong masyarakat mencari sumber lain.
- 2) Gngguan dari segi teknis menyulitkan usaha dalam penyaringan dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi.
- 3) Penyimpangan terhadap standar kekeruhan lebih dari 25 NTU untuk air bersih dapat menyebabkan kurangnya penerimaan terhadap air tersebut, timbul kekhawatiran terkandungnya bahan-bahan kimia yang dapat mengakibatkan toksik terhadap manusia.

7. Jenis-jenis Sampel Air

Menurut Sutrisno (1996), jenis-jenis sampel air dapat dikelompokkan menjadi tiga sebagai berikut :

- 1) Sampel sesaat (*grap sampel*), yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel.
- 2) Sampel komposit (*Composite sampel*), yaitu sampel campuran dari beberapa waktu pengamatan. Pengambilan sampel komposit dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dengan menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu waktu tertentu. Pengambilan sampel secara otomatis hanya dilakukan jika ingin mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus-menerus.

- 3) Sampel gabungan tempat (*Integreated sampel*) yaitu sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberapa tempat, dengan volume yang sama.

8. Sumur Gali

Sumur gali adalah 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 (Fakhrurroja, 2010).

Menurut Sutrisno (1996), dalam pembuatan sumur gali perlu diperhatikan hal-hal dibawah ini :

- a. Dinding sumur minimal sedalam 3 m dari permukaan lantai/tanah, dibuat dari tembok yang tidak tembus air/bahan kedap air dan kuat (tidak mudah retak/longsor) untuk mencegah perembesan air yang telah tercemar ke dalam sumur. Ke dalaman 3 m diambil karena bakteri pada umumnya tidak dapat hidup lagi.
- b. Kira-kira 1,5 m berikut ke bawah, dinding dibuat dari tembok yang tidak disemen, tujuannya untuk mencegah runtuhnya tanah.
- c. Diberi dinding tembok (bibir sumur), tinggi bibir sumur \pm 1 meter dari lantai, terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air untuk mencegah

- agar air sekitarnya tidak masuk ke dalam sumur, serta juga untuk keselamatan pemakai.
- d. Lantai sumur disemen/harus kedap air, mempunyai lebar di sekeliling sumur $\pm 1,5$ m dari tepi bibir sumur, agar air permukaan tidak masuk. Lantai sumur tidak retak/bocor, mudah dibersihkan, dan tidak tergenang air, kemiringan 1-5% ke arah saluran pembuangan air limbah agar air bekas dapat dengan mudah mengalir ke saluran air limbah.
 - e. Sebaiknya sumur diberi penutup/atap agar air hujan dan kotoran lainnya tidak dapat masuk ke dalam sumur, dan ember yang dipakai jangan diletakkan di bawah/lantai tetapi digantung.
 - f. Adanya sarana pembuangan air limbah. Sarana pembuangan air limbah harus kedap air, minimal 2% ke arah pengolahan air buangan/peresapan.
 - g. Sebaiknya air sumur diambil dengan pompa.

9. Pengolahan Air Sumur Gali

Pengolahan air adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk merubaha sifat-sifat air tersebut. Hal ini penting sekali dalam air, karena dengan adanya proses pengolahan ini, maka akan diperoleh mutu air yang memenuhi standar yang telah ditentukan. Ada 2 macam pengolahan air yang sudah dikenal, yaitu :

- a. Pengolahan Lengkap, yaitu pengolahan air baku mengalami pengolahan secara lengkap yaitu pengolahan fisik, kimiandan

bakteriologis. Pengolahan ini biasanya dilakukan terhadap air sungai yang keruh/kotor (Joko, 2010).

Pada hakikatnya, pengolahan lengkap ini dibagi menjadi tiga tingkatan yaitu :

- 1) Pengolahan fisik, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diolah
- 2) Pengolahan kimia, yaitu suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya. Misalnya dengan penambahan kapur dalam proses pelunakan dan sebagainya.
- 3) Pengolahan bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri yang terkandung di dalam air minum, yaitu dengan membubuhkan kaporit atau zat desinfeksi lainnya.

b. Pengolahan Sebagian

Pengolahan sebagian, disini air baku hanya mengalami pengolahan kimia atau bakteriologis.

- 1) Pengolahan kimia, yaitu suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses

pengolahan selanjutnya. Misalnya dengan penambahan kapur dalam proses pelunakan dan sebagainya.

- 2) Pengolahan bakteriologis yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri yang terkandung di dalam air minum, yaitu dengan membubuhkan kaporit atau zat desinfeksi atau lainnya.

10. 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, kekeruhan sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar air bersih.

Menurut (Asmadi, Khayan, 2011) proses yang terjadi pada filter adalah :

- a. Penyaringan mekanis

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

b. Pengendapan

Proses ini hanyadapat terjadi pada filter lambat. Ruang antar butir pasir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel-partikel yang mempunyai ukuran kecil akan mengendap dalam ruang antar butir dan melekat pada butir pasir adsopsi.

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 organisme tertentu. Organisme-organisme tersebut membentuk lapisan di atas media filter yang disebut dengan lapisan lendir filter atau bio film. Dengan adanya lapisan ini makroorganisme yang terdapat dalam air akan tertinggal, sehingga air filtrat tidak mengandung mikroorganisme.

Kemampuan filtrasi ditentukan oleh kecepatan filtrasi, jenis media, atau cara bekerjanya. Kemampuan filtrasi dapatdibedakan sebagai berikut :

1) 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 untukpengolahan dengan kekeruhan tinggi. Pada saringan pasir cepat, biasanya digunakan pasir sebagai medium tetapi prosesnya berbeda dengan pasir lambat. Hal ini

disebabkan karena digunakan butiran pasir yang lebih besar/kasar, dengan ukuran efektif butiran berkisar antara 0,4-1,2 mm dan kecepatan filtrasi lebih tinggi biasanya antara 5-15 m³/m²/jam (120 – 360 m³/m²).

Kecepatan penyaringan pasir cepat relatif lebih besar, pencuciannya menggunakan back wash atau dialirkan dari bawah ke atas dengan memakan waktu 1 samapi 2 hari. Dalam pengolahan air tanah, saringan pasir cepat digunakan untuk menghilangkan besi dan mangan. Biasanya saringan pasir cepat ditempatkan pada kolam dan beton terbuka.

2) Saringan pasir Lambat

Merupakan saringan gravitasi, yang mempunyai prinsip kerja mengolah air dengan melewatkan air baku secara gravitasi melalui lapisan pasir sebagai media penyaringnya. Pemakaian pasir sebagai media penyaring karena sifatnya merupakan butiran lepas yang porous, bergradasi dan uniformity.

Saringan pasir lambat sesuai namanya hanya mempunyai kemampuan menyaring relatif kecil yaitu 0,1 -0,3 m³/jam atau 2 – 7 m³/m²/hari karena ukuran butiran pasirnya halus (ukuran efektif kira-kira 0,2 mm dan air bakunya mempunyai kekeruhan dibawah 10 NTU agar saringan dapat berjalan dengan baik).

Saringan pasir lambat didesain dengan penyaringan lambat, namun dapat menyaring 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 (Joko, 2010).

Menurut (Shalahuddin, 2016) salah satu proses pemurnian air yaitu menggunakan sand filter (filter pasir). Perlu diketahui bahwa pengertian “filter” berbeda dengan “sieve”. Dalam bahasa Indonesia keduanya sering diterjemahkan menjadi “penyaring” akan tetapi dalam bahasa Inggris memiliki arti yang berbeda. “sieve” diartikan sebagai proses penyaringan partikel yang lebih besar dengan lubang penyaring sehingga partikel yang lebih kecil dari lubang penyaring bisa lewat dengan mudah melalui penyaring, sedangkan “filter” adalah proses penyaringan partikel melewati penyaring (media filter) sekalipun partikel tersebut lebih kecil dari lubang penyaring tetapi beberapa partikel tidak dapat melewati media filter. Filter bisa dengan proses adsorpsi, penukar ion, biological metabolite transfer, dll. Sand filter adalah filter yang menggunakan pasir (sand) sebagai media filter-nya. Tujuan utamanya adalah menghilangkan kontaminasi padatan tersuspensi (suspended solid) dalam air. Umumnya yang banyak digunakan, sand filter terdistribusi 3 tipe yaitu *Rapid sand filter*, *Upflow sand filter* dan *Slow sand filter*

11. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

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

a. Debit

Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Dalam sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin turun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan. Debit yang lebih kecil dapat menurunkan Fe lebih banyak karena waktu kontak air dalam media lebih lama.

b. Ketebalan Lapisan Media Filter

Lapisan adalah angka untuk ketebalan media filter yang digunakan untuk filtrasi. Filtrasi dengan media penyaring tunggal atau ganda. Seringkali ada lapisan penyangga. Ketebalan lapisan media filter yang efektif umumnya berkisar antara 80 -120 cm. 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. Diameter butiran filter

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

d. 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.

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.

12. Sistem *Up flow*

Teknologi saringan pasir lambat *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. Ditambah lagi dengan faktor iklim di Indonesia yakni ada musim hujan, air yang mempunyai kekeruhan sangat tinggi. Hal inilah yang sering menyebabkan saringan pasir lambat yang telah dibangun kurang berfungsi dengan baik terutama pada saat musim hujan.

Jika tingkat kekeruhan air bakunya cukup tinggi misalnya pada saat musim hujan, supaya beban saringan pasir lambat tidak terlalu besar maka perlu dilengkapi dengan peralatan pengolahan pendahuluan misalnya bak pengendapan awal atau saringan up flow dengan media kerikil atau batu pecah dan pasir kuarsa/silika. Selanjutnya dari bak saringan awal air dialirkan ke bak saringan utama dengan arah aliran dari bawah ke atas. Air yang keluar dari bak saringan pasir up flow tersebut merupakan air olahan dan dialirkan ke bak penampung air bersih.

Dengan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas, jika terjadi kejenuhan atau buntu, dapat dilakukan pencucian balik dengan cara membuka penguras. Dengan 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 bersih menggunakan sistem up flow mempunyai keunggulan diantaranya :

- a. Dapat menghilangkan zat besi, mangan warna dan kekeruhan.
- b. Dapat menghilangkan amoniak dan polutan organik, karena proses penyaringan berjalan secara fisika dan biokimia.
- c. Sangat cocok untuk daerah pedesaan dan pengolahan sangat sederhana.

13. Media Pengolahan

1. Pengertian

Media filter adalah bahan yang digunakan untuk filtrasi dan merupakan bagian dari filtrasi yang menyebabkan efek filtrasi. Media filter terdiri dari material yang mengisi atau tersusun di dalam filter, dimana media filter dipasang di antara aliran masuk (inlet) dan aliran keluar (outlet) (Asmadi, 2011)

2. Macam media pengolahan

a. Sabut kelapa

Sabut kelapa adalah salah satu biomassa yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping pertanian. Komposisi sabut dalam buah kelapa sekitar 35% dari berat seluruh buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari serat (fiber) dan gabus (pitch) yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus. Potensi penggunaan serat sabut kelapa sebagai biosorben untuk menghilangkan logam atau

mineral dari perairan cukup tinggi karena serat sabut kelapa mengandung lignin (35% - 45%) dan selulosa (23% - 43%) (Carrijo, et al 2002) dalam penelitian (Wayan, 2011). Sabut kelapa sangat berpotensi sebagai biosorben karena mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus karboksil serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut ambil bagian dalam pengikat logam. Selulosa dan lignin adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam (Pino, et al 2005) dalam penelitian (Wayan, 2011). Sabut kelapa sangat berpotensi sebagai adsorben karena di dalam selulosa dan lignin mengandung karbon.

Serabut kelapa yang digunakan merupakan serabut kelapa tua dimana serabutnya telah kuning kecoklatan, serabut yang telah kering akan lebih mudah digunakan. Serabut kelapa dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Serabut kelapa kemudian dikeringkan di bawah sinar mata hari dan dilanjutkan di oven dengan suhu 240⁰C.

Di dalam sabut kelapa terdapat beberapa komponen dasar diantaranya (Saleh, 2009):

- 1) Selulosa

Selulosa ialah senyawa organik yang tidak larut dalam air dengan formula (C₆H₁₀O₅)_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.

2) Hemiselulosa

Hemiselulosa tersusun atas glukosa rantai pendek dan bercabang. Secara biokimiawi, hemiselulosa adalah semua polisakarida yang dapat diekstraksi adalah larutan basa. Monomer penyusun hemiselulosa biasanya adalah rantai D-glukosa, ditambah dengan berbagai bentuk monosakarida yang terikat pada rantai, baik sebagai cabang atau mata rantai. Hemiselulosa merupakan *heteropolymers (matrix polysaccharides)* yang berisi 200 monomer gula. Hemiselulosa berada bersama-sama dengan selulosa pada dinding sel, dan keduanya diikat oleh pektin. Strukturnya yang terbesar adalah amorphous dan sebagian kecil berupa kristalin. Hemiselulosa mudah dihidrolisis dengan asam encer, basa, atau enzim. Hemiselulosa mengandung beberapa monomer gula yaitu: xylosa, mannososa, galaktosa, rhamnosa, arabinosa, dan glukosa.

3) Lignin

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.

b. Pasir

Pasir merupakan media penyaring yang baik dan biasa digunakan dalam proses penjernihan air dikarenakan butiran bebas yang porous, berdegradasi dan uniformity. Butiran pasir mempunyai pori-pori dan celah yang mampu menyerap dan menahan partikel dalam air. Selain itu, 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. Selama penyaringan koloid atau suspensi dalam air akan ditahan dalam media porous tersebut sehingga kualitas air akan meningkat menurut Wahyuningsih dalam penelitian (Habibah, 2014) . Pasir yang digunakan harus memenuhi kualitas yang baik karena bahan

penyaring akan mempengaruhi daya adsorpsi terhadap air, 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 vulkanis adalah SiO_2 dimana dalam struktur kimia tersebut terdapat ikatan dengan oksida, apabila oksida mengikat ion logam Fe maka akan terjadi ikatan kimia sebagai berikut FeO .

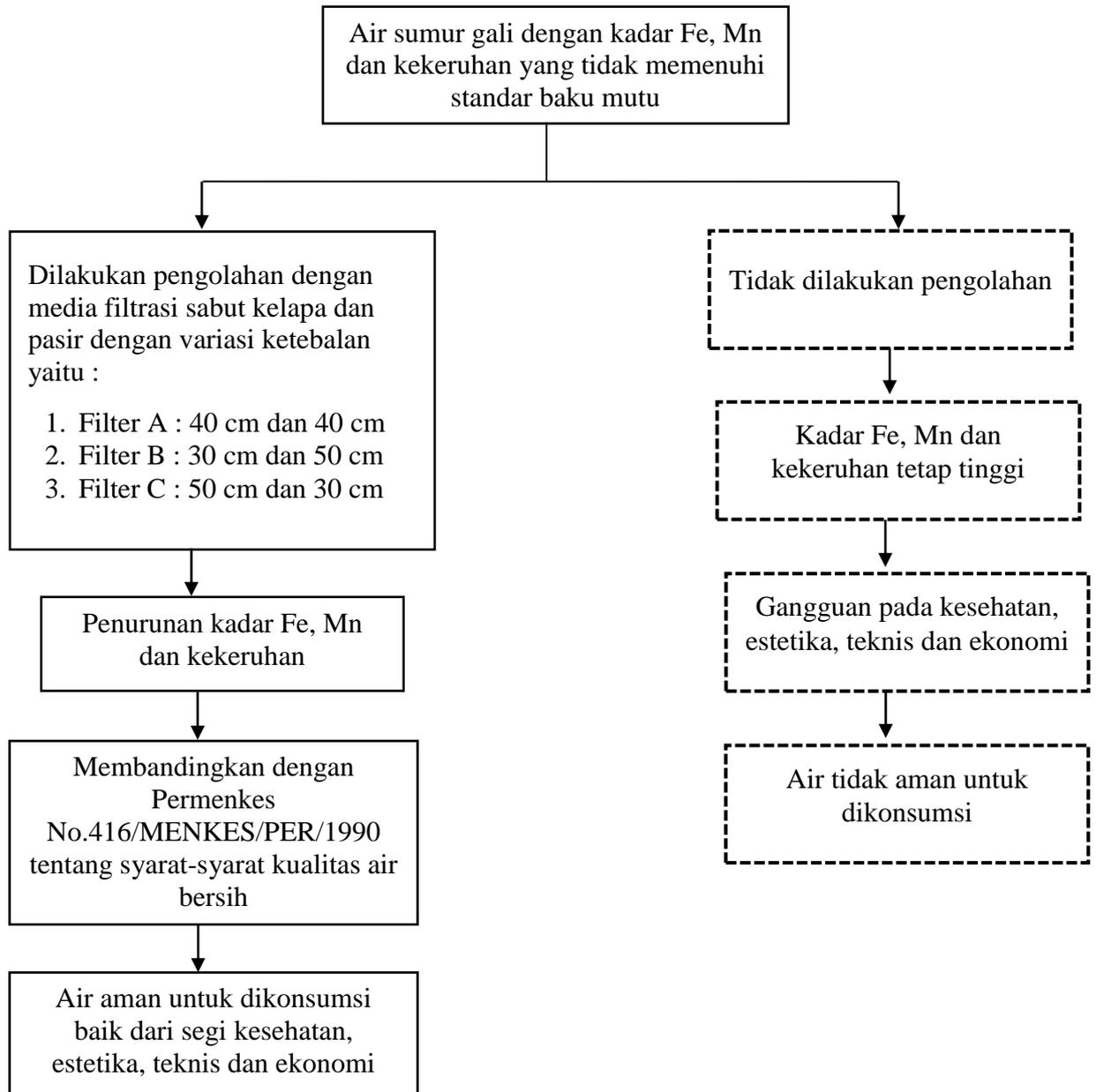
c. Kerikil

Kerikil berfungsi sebagai media penyangga dalam proses filtrasi. Media penyangga ini berfungsi untuk menahan pasir dan untuk meratakan aliran air menuju media filter (Joko, 2010). Batuan kerikil mempunyai bentuk yang tidak beraturan, tetapi ukurannya dapat disamakan melalui proses pengayakan. Diameter kerikil yang biasa digunakan antara 1-2,5 cm. Kerikil yang dipergunakan untuk media penyangga harus bersih, keras dan tahan lama.

3. Ketebalan Media

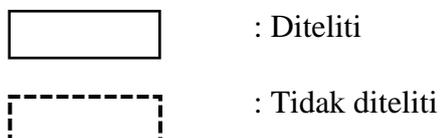
Adalah angka untuk ketebalan media filtrasi yang digunakan untuk pasir. Untuk menentukan ketinggian/ketebalan lapisan filter harus diperhatikan juga ketebalan lapisan penyangga. Tebal filter yaitu 1,0 – 1,4 m (Asmadi,2011)

B. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 1. Kerangka Konsep

Keterangan :



C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Ada pengaruh variasi ketebalan media filtrasi sabut kelapa dan pasir terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan pada air sumur gali.

2. Hipotesis Minor

a. Ada pengaruh variasi ketebalan sabut kelapa 40 cm dan pasir 40 cm terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan pada air sumur gali.

b. Ada pengaruh variasi ketebalan sabut kelapa 30 cm dan pasir 50 cm terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan pada air sumur gali.

c. Ada pengaruh variasi ketebalan sabut kelapa 50 cm dan pasir 30 cm terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan pada air sumur gali.

d. Ada variasi ketebalan media filtrasi sabut kelapa dan pasir yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe, Mn dan kekeruhan air sumur gali.