

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O . Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi (Putra, 2016).



Sumber : Rodrigo, 2016

Gambar 2.1. Air

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai sumber energi dan sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, serta berbagai keperluan lainnya (Arsyad, 1989). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata-rata secara wajar adalah 60 L/orang/hari untuk segala keperluannya. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat. Kebutuhan akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci dan sebagainya. Menurut perhitungan WHO (*World Health Organization*) di negara-negara maju setiap orang memerlukan air antara 60-150 liter per hari. Sedangkan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia setiap orang memerlukan air antara 30-60 liter per hari.

Tabel 2.1. Kebutuhan Air Setiap Individu Dalam Satu Hari

Keperluan	Air yang dipakai
Minum	2.0 liter
Memasak; kebersihan dapur	14.5 liter
Mandi kakus	20.0 liter
Cuci pakaian	13.0 liter
Air Wudhu	15.0 liter
Air untuk kebersihan rumah	32.0 liter
Air untuk menyiram tanaman	11.0 liter
Air untuk mencuci kendaraan	22.5 liter
Air untuk keperluan lain-lain	20.0 liter
Jumlah	150.0 liter

Sumber : Wisnu Arya Wardhana, 2004

Sumber-sumber air di alam terdiri dari (Diba, 2015) :

1. Air Atmosfir

Air atmosfer adalah air yang dalam keadaan murni sangat bersih tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu, maka secara kualitas belum memenuhi standar baku mutu air karena masih banyak mengandung zat-zat tersuspensi. Air atmosfer termasuk air lunak contohnya air hujan atau air salju.

2. Air Permukaan

Air permukaan yaitu air yang berada diatas permukaan tanah, contohnya air laut, air gunung, mata air, dan sebagainya. Umumnya air permukaan ini mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya lumpur, daun-daun, limbah rumah tangga, industri. Pengotoran yang terjadi berbeda-beda tergantung pada daerah yang dilaluinya.

3. Air Tanah

Air tanah secara kualitas cukup baik karena secara alamiah telah tersaring baik secara fisik dan bakteriologis oleh lapisan-lapisan tanah. Tetapi air tanah ini masih banyak mengandung mineral-mineral baik yang larut maupun yang tidak larut.

2.2. Karakteristik Air

2.2.1. Karakteristik Air berdasarkan Parameter Fisik

a. Suhu

Temperature air maksimum yang diizinkan oleh MENKES RI No.416/MENKES/PER/IX1990 adalah 30°C . Penyimpangan terhadap ketentuan ini akan mengakibatkan:

1. Jumlah oksigen di dalam air menurun ;
2. Meningkatkan daya/tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air;
3. Pertumbuhan mikroba dalam air.

b. Warna

Warna perairan dapat ditimbulkan karena adanya bahan-bahan organik (keberadaan plankton atau humus) maupun anorganik (seperti ion-ion logam besi, dan mangan). Adanya kandungan bahan-bahan anorganik seperti oksida pada besi menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan oksida pada mangan menyebabkan air menjadi berwarna kecoklatan/kehitaman. Kalsium karbonat yang berasal dari daerah berkapur juga dapat menimbulkan warna kehijauan pada air. Bahan-bahan organik, misalnya tanin, lignin, dan asam humus yang berasal dari proses dekomposisi (pelapukan) tumbuhan yang telah mati menimbulkan warna kecoklatan pada air.

c. Bau

Beberapa sumber utama bau adalah hidrogen sulfida dan senyawa organik yang dihasilkan oleh dekomposisi anaerob. Selain menyebabkan keluhan, bau mungkin merupakan salah satu tanda dari adanya gas beracun atau kondisi anaerob pada unit yang dapat memiliki efek merugikan bagi kesehatan atau dampak lingkungan. Air yang memenuhi standar kualitas harus bebas dari bau.

d. Rasa

Air yang berasa menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Efek yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan manusia tergantung pada penyebab timbulnya rasa.

e. Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. Zat anorganik yang menyebabkan kekeruhan dapat berasal dari pelapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik berasal dari lapukan hewan dan tumbuhan.

2.2.2. Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia

a. Derajat Keasamaan (pH)

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikrobiologi dalam air akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, pH yang baik yaitu berkisar 6,5-9,2.

b. Total Solid

Tingginya angka total solids merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah dengan angka total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/l. Apabila melebihi dari standar yang telah ditentukan maka akan berakibat :

- Air tidak enak rasanya
- Rasa mual
- Terjadinya cardiac diseases serta toxaemia pada wanita-wanita hamil

c. Jumlah Kerasakan (Total Hardness)

Kerasakan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion.

d. Zat Organik

Adanya zat organik di dalam air disebabkan karena air buangan dari rumah tangga, industri, kegiatan pertanian dan pertambangan.

e. Kimia Anorganik

Kimia anorganik terdiri atas :

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Calcium (Ca) | 8. Mangan (Mn) |
| 2. Tembaga (Cu) | 9. Air Raksa (Hg) |
| 3. Sulfida (S ₂) | 10. Seng (Zn) |
| 4. Amonia (NH ₃) | 11. Arsen |
| 5. Magnesium (Mg) | 12. NO ₃ |
| 6. Besi (Fe) | 13. Sulfat |
| 7. Cadmium (Cd) | |

f. Kimia organik

Kimia organik terdiri atas:

- a. Aldrin dan Dieldrin
- b. Benzen
- c. Chlordine (Total Isomer)
- d. Heptachlor dan Hepachlorepixide

2.2.3. Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Mikrobiologis

Bakteri yang paling banyak digunakan sebagai indikator sanitasi adalah *E. coli* , karena bakteri ini adalah bakteri komensal pada usus manusia, umumnya bukan patogen penyebab penyakit sehingga pengujiannya tidak membahayakan dan relatif tahan hidup di air sehingga dapat dianalisis keberadaannya di dalam air yang notabene bukan merupakan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri.

2.3. Air Minum

Menurut permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/I/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang melalui syarat dan dapat langsung diminum. Air minum harus terjamin dan aman bagi kesehatan.

Air Minum adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidrasi pada tubuh manusia. Hal ini dikarenakan tubuh manusia sebagai besarnya diliputi oleh cairan, sehingga kekurangan air atau yang dikenal dehidrasi dimungkinkan

dapat menurunkan fungsi-fungsi dari tubuh itu sendiri. Akan tetapi air yang dibutuhkan tubuh bukanlah air sembarangan. Terdapat beberapa persyaratan yang mesti dipenuhi agar air yang dapat dikonsumsi tersebut benar-benar layak dan aman (Anonim, 2015).



Sumber : Wicaksono, 2017

Gambar 2.2. Air Minum

Dalam kehidupan sehari-hari air minum memiliki banyak jenis, yaitu (Purnomo,2016) :

1. Air yang dimasak
2. Air Mineral
3. Air minum Isotonik
4. Air minum beroksigen

2.3.1. Standar Baku Air Minum

Persyaratan kualitas air minum sebagaimana yang telah ditetapkan melalui Permenkes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik.

Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan

1. Parameter mikrobiologi

Pada parameter ini, air tidak boleh mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit seperti E. Coli dan lain lain.

2. Parameter Kimia An-organik

Parameter kimia an-organik meliputi kandungan Arsen, Flouride, Total kromium, kadmium, nitrit, nitrat, sianida dan selenium dalam air.

Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan

1. Parameter fisik

Adapun syarat fisik dari air minum meliputi kekeruhan, warna, bau, rasa, temperatur dan total zat padat (TDS)

2. Parameter kimiawi

Parameter kimiawi ikut berperan dalam penentuan kualitas air, adapun parameter kimiawi air antara lain :

a. pH

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat memengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0 – 8,0. Menurut standar kualitas air, menilai pH pada air yaitu 6,5—9,2. Apabila pH lebih kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Totok, 1987).

b. Kesadahan

Terdapat dua macam kesadahan, yaitu kesadahan sementara dan kesadahan non karbonan (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan kalsium dan magnesium bikarbonat. Kesadahan non karbonat disebabkan oleh sulfat dan karbonat, klorida dan nitrat dari magnesium dan kalsium disamping besi dan alumunium. Batas maksimum kesadahan yang diperbolehkan yaitu sebesar 500 mg/l.

c. Besi

Batas maksimal besi yang diperbolehkan terkandung dalam air minum yaitu sebesar 0,3 mg/l.

d. Aluminium

Batas Maksimal yang terkandung dalam air minum menurut Permenkes RI Nomor 492 sebesar 0,2 mg/l.

Tabel 2.2. Parameter persyaratan kualitas air minum menurut Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	Mg/l	0,01
	2) Flourida	Mg/l	1,5
	3) Total Kromium	Mg/l	0,05
	4) Kadmium	Mg/l	0,003
	5) Nitrit	Mg/l	3
	6) Nitrat	Mg/l	50
	7) Sianida	Mg/l	0,07
	8) Selenium	Mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak Berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	Mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak Berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara + 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	Mg/l	0,2
No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
	2) Besi	Mg/l	0,3
	3) Kesadahan	Mg/l	500
	4) Chlorida	Mg/l	250
	5) Mangan	Mg/l	0,4
	6) pH	Mg/l	6,5 – 8,5
	7) Seng	Mg/l	3
	8) Sulfat	Mg/l	250
	9) Tembaga	Mg/l	2
	10) Amonia	Mg/l	1,5

Sumber : SK Permenkes Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

2.3.2. Jenis-jenis Air Minum

a. Air Minum Dalam Kemasan

Tabel 2.3. Standar Air Minum Dalam Kemasan

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan Air mineral
1.	Keadaan		
1.1	Bau	-	Tidak berbau
1.2	Rasa		Normal
1.3	Warna	Unit Pt-Co	maks. 5
2.	pH	-	6,0 – 8,5
3.	Kekeruhan	NTU	maks. 1,5
4.	Zat yang terlarut	mg/l	maks. 500
5.	Zat organik (angka KMnO ₄)	mg/l	maks. 1,0
6.	Total organik karbon	mg/l	-
7.	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/l	maks. 45
8.	Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/l	maks. 0,005
9.	Amonium (NH ₄)	mg/l	maks. 0,15
10.	Sulfat (SO ₄)	mg/l	maks. 200
11.	Klorida (Cl)	mg/l	maks. 250
12.	Fluorida (F)	mg/l	maks. 1
13.	Sianida (CN)	mg/l	maks. 0,05
14.	Besi (Fe)	mg/l	maks. 0,1
15.	Mangan (Mn)	mg/l	maks. 0,05
16.	Klor bebas (Cl ₂)	mg/l	maks. 0,1
17.	Kromium (Cr)	mg/l	maks. 0,05
18.	Barium (Ba)	mg/l	maks. 0,7
19.	Boron (B)	mg/l	maks. 0,3
20.	Selenium (Se)	mg/l	maks. 0,01
21	Cemaran logam		
21.1	Timbal (Pb)	mg/l	maks. 0,005
21.2	Tembaga (Cu)	mg/l	maks. 0,5
21.3	Kadmium (Cd)	mg/l	maks. 0,003
21.4	Raksa (Hg)	mg/l	maks. 0,001
21.5	Perak (Ag)	mg/l	-
21.6	Kobalt (Co)	mg/l	-
22	Cemaran arsen	mg/l	maks. 0,01
23	Cemaran mikroba :		
23.1	Angka lempeng total awal *)	Koloni/ml	maks. 1,0 x 10 ²
23.2	Angka lempeng total akhir **)	Koloni/ml	maks. 1,0 x 10 ⁵
23.3	Bakteri bentuk koli	APM/100ml	< 2
23.4	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/100ml
23.5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Koloni/ml	Nol

Sumber : BSN, 2006

Air minum dalam kemasan atau dengan istilah AMDK merupakan air minum yang siap dikonsumsi secara langsung tanpa harus melalui proses pemanasan terlebih dahulu. Air minum dalam kemasan mencakup air mineral dan air demineral. Air mineral adalah air minum dalam kemasan yang mengandung mineral dalam jumlah tertentu tanpa menambahkan mineral, sedangkan air demineral merupakan air minum dalam kemasan yang diperoleh melalui proses pemurnian seperti destilasi, reverse osmosis, dan proses setara (BSN, 2006).

Air minum dalam kemasan secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kemasan galon (19 liter) dan *small/single pack*. Kemasan galon biasanya dilakukan pengisian ulang baik oleh produsen bermerek maupun depot air minum isi ulang (tanpa merek), dan lebih banyak dikonsumsi oleh konsumen yang berada di perkantoran, hotel, dan rumah tangga. Sedangkan konsumen utama AMDK kemasan *Small/single pack* atau kemasan yang dapat dibawa secara praktis seperti kemasan 1500 ml/600 ml (botol), 240 ml/220 ml (gelas) dikonsumsi orang-orang yang sedang melakukan perjalanan (Arif, 2009).

b. Air Minum Isi Ulang

- Air Minum Isi Ulang Bermerek

Air minum isi ulang bermerek merupakan air minum dalam kemasan yang dikemas dalam bentuk wadah galon atau 19 liter. Proses produksi air minum isi ulang bermerek harus melalui proses tahapan baik secara klinis maupun secara hukum, secara higienis klinis biasanya disahkan menurut peraturan pemerintah melalui Departemen Badan Balai Pengawasan Obat dan Makanan (Badan POM RI). Sedangkan tahapan secara hukum biasanya melalui proses pengukuhan merek dagang, hak paten, sertifikasi, dan asosiasi yang mana keseluruhannya mengacu pada peraturan pemerintah melalui DEPERINDAG, SNI (Standar Nasional Indonesia), dan Merek Dagang (Susanti, 2010).

Sumber bahan baku adalah air pegunungan asli. Air tersebut dialirkan atau diangkut ke pabrik dengan truk yang berkapasitas \pm 10.000 liter untuk diproses, kemudian air disaring untuk menghilangkan butiran pasir, selanjutnya air melewati *Granulated Activated Carbon* (GAC) untuk menyerap bau dan rasa. Proses selanjutnya adalah penyaringan halus

dengan menggunakan alat semacam membran untuk menghilangkan butiran di atas 1 mikron agar bebas dari pencemaran bakteri patogen. Namun demikian, agar lebih higienis air tersebut masih diozonisasi atau proses Ozone Mixing Chamber, yaitu mengalirkan gas ozon dengan intensitas tertentu sebagai proses disinfeksi terakhir. Pengolahan air pada air minum isi ulang bermerek juga dapat menggunakan proses reverse osmosis (Arif, 2009).

- Air Minum Isi Ulang Tanpa Merek

Air minum isi ulang (AMIU) tanpa merek adalah air minum yang dijual dalam kemasan galon, dimana konsumen datang ke depot air minum dengan membawa botol kemasan (galon) bekas dari merek apa saja untuk diisi ulang. Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen (Kacaribu, 2008; Permenkes, 2010).

Air minum isi ulang saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memenuhi kehidupan masyarakat, karena selain praktis (tidak perlu memasaknya terlebih dahulu) air minum ini juga dianggap lebih higienis. Prinsip pengolahan AMIU pada dasarnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik fisik, kimia, maupun mikroba. Proses pengolahan air pada depot AMIU terdiri atas penyaringan (filtrasi) ataupun reverse osmosis dan diikuti dengan proses desinfeksi (Malem, 2010).

2.4 Proses Pengolahan Air Minum

2.4.1 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pengolahan air dimana air dipisahkan dari koloid dan zat pengotor yang dikandungnya, jumlah bakteri berkurang dan karakteristik kimia air tersebut berubah, dengan cara melewatkannya melalui media berpori. Filtrasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengalirkan air baku melewati suatu media filter (lapisan berpori) yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan tebal tertentu. Lapisan berpori ini dapat terdiri dari bermacam-macam bahan, seperti granular (kerikil), pasir, dll. Dalam pemurnian

air minum, pasir hampir selalu digunakan khusus sebagai penyaring karena ketersediaannya, harganya murah dan bermanfaat (Huisman, 1975).

Filtrasi atau penyaringan (*filtration*) adalah pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring atau *septum*, di mana zat padat itu tertahan. Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari pelapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit (Mc Cabe, 1993). Proses ini digunakan pada instalasi pengolahan air minum untuk menyaring air yang telah diproses sebelumnya untuk menghasilkan air minum dengan kualitas yang baik. Hal-hal yang mempengaruhi filtrasi antara lain ukuran media, bukaan pori-pori media dan luas permukaan, sifat dan karakteristik air baku.

A. Mekanisme Filtrasi

Mekanisme filtrasi tergantung pada kualitas air, karakteristik flok dari partikulat, media filter dan kecepatan filter. Adapun mekanisme filtrasi yang penting (Punmia 1979) antara lain :

- Mekanisme Penyaringan

Merupakan proses penyaringan zat padat berukuran besar agar dapat lolos melewati media berpori yang biasanya terjadi di permukaan media filter. Proses ini terjadi di permukaan filter dan tidak bergantung pada kecepatan filtrasi. *Clogging* (mampet) pada unit filter akan mengurangi porositas media sehingga secara teoritis dengan bertambahnya waktu akan meningkatkan headloss pada filter.

- Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses pengendapan partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya daripada lubang pori pada permukaan butiran. Sehingga apabila filtrasi berlangsung terus menerus maka akan dapat menyebabkan berkurangnya ukuran efektif pori-pori, kecepatan turunnya air berkurang dan terjadinya endapan.

- Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penghilangan zat pengotor organik dan anorganik yang tidak teradsorpsi dalam air karena adanya gaya tarik-menarik antar partikel

pengotor dengan butiran media. Adsorpsi memegang peranan penting dalam proses filtrasi, karena akan menghilangkan partikel yang lebih kecil daripada partikel tersuspensi seperti partikel koloid dan partikel pengotor yang terlarut. Prinsip proses adsorpsi adalah adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan partikel pengotor di sekitarnya. Partikel koloid yang berasal dari organik umumnya bermuatan negatif tidak akan teradsorpsi pada saat filter masih bersih dan baru beroperasi. Setelah filtrasi dan banyak partikel bermuatan positif yang tertahan di butiran partikel, filter menjadi terlalu jenuh dan bermuatan positif. Sehingga terjadi adsorpsi tingkat kedua, yaitu dimana terjadinya tarik menarik partikel-partikel koloid yang bermuatan negatif yang berasal dari koloidal organik seperti NO_3^- , PO_3^+ , dan lain-lain. Apabila adsorpsi tingkat kedua ini telah mencapai kelewat jenuh, maka muatan kembali menjadi negative dan mengadsorpsi muatan positif dan seterusnya. Semakin lama gaya penyebab adsorpsi menjadi menurun kekuatannya yang diakibatkan karena semakin tebalnya kotoran yang menempel di permukaan filter, begitu pula dengan efisiensi filter juga ikut turun. Sehingga hal ini mengakibatkan banyak kotoran yang melewati filter begitu saja sehingga kualitas effluen menurun dan diperlukan *backwash*/pencucian. Proses adsorpsi ini mampu menghilangkan partikel yang lebih kecil dari partikel tersuspensi seperti partikel koloid dan molekul kotoran terlarut. Kemampuan adsorpsi hanya terjadi pada jarak yang sangat pendek, tidak lebih dari 0,01 – 1 mm dari permukaan media.

2.4.2 Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran micron atau submicron. Bentuk lazimnya berupa *cartridge* yang berfungsi untuk menghilangkan partikel dari air yang berukuran 0,04 sampai 100 micron, asalkan kandungan padatan terlarut total dalam air tidak melebihi 100 ppm. Filtrasi cartridge merupakan filtrasi mutlak, artinya partikel padat akan tertahan. dalam aplikasinya *cartridge* tersebut akan diletakkan dalam suatu wadah tertentu (housing), dan dapat dibersihkan jika padatan yang tertahan sudah terlalu banyak. Bahan yang dapat digunakan untuk cartridge bermacam-macam, antara lain katun,

wool, selulosa, *fibre glass*, *polipropilen*, akrilik, nilon, asbes, ester-ester selulosa dan polimer hidrokarbon terfluorinasi (Hartomo, 1994)

Jenis-jenis *cartridge* dikelompokkan menjadi:

- *Cartridge* leletan
- *Cartridge* rajut-lekatan-terjurai
- *Cartridge* lembar berpori (kertas saring khusus, media nirpintal, membran berkarbon) (Hartomo, 1994).

2.4.3 *Reverse Osmosis*

Reverse Osmosis Menurut Metcalf and Eddy (2004), membran Reverse Osmosis tidak membunuh mikroorganisme melainkan hanya membuang dan menghambatnya. Pada desain sistem membran RO terdapat beberapa parameter – parameter kritis yang harus diuji secara cermat, yaitu : kalsium, magnesium, kalium, mangan, natrium besi, sulfat, barium, khlorida, amonia, fosfat, nitrat, stronsium, dan sebagainya. Apabila parameter- parameter tersebut dibiarkan maka akan terjadi penyumbatan (*fouling*) (Hartomo, 1994).

Prinsip kerja filter Reverse Osmosis adalah berdasarkan pada peristiwa osmosis yang terjadi di alam. Osmosis adalah peristiwa Bergeraknya air dari larutan yang mempunyai konsentrasi lebih rendah melalui membran semi permeabel ke larutan yang mempunyai konsentrasi lebih tinggi sampai tercapainya keseimbangan. Proses Reverse Osmosis merupakan kebalikan dari proses osmosis, yaitu memberikan tekanan balik dengan tekanan osmotik lebih besar pada permukaan cairan yang lebih kental, maka cairan yang lebih murni akan menembus permukaan membran menjadi cairan yang lebih murni (Hartomo, 1994).

2.4.4 Ultraviolet

Air lewat melalui suatu pipa bersih untuk dipanaskan dengan sinar Ultraviolet (UV). Sinar ultraviolet (UV) dapat secara efektif menghancurkan virus dan bakteri. Sistem UV ini tergantung pada jumlah energi yang diserap sehingga dapat menghancurkan organisme yang terdapat pada air tersebut. Jika energi tidak cukup tinggi, maka material organisme genetik tidak dapat dihancurkan. Keuntungan menggunakan UV meliputi :

1. Tidak beracun atau tidak berbahaya
2. Menghancurkan zat pencemar organik.
3. Menghilangkan bau atau rasa pada air.
4. Memerlukan waktu kontak yang singkat (memerlukan waktu beberapa menit).
5. Meningkatkan kualitas air karena gangguan zat pencemar organik.
6. Dapat mematikan mikroorganisme *pathogenic*. (Hartomo, 1994)

2.5 Multi Media Filter

Multimedia filter adalah sebuah filter yang digunakan untuk menyaring berbagai kontaminan dalam air, diantaranya lumpur, debu, pasir, logam berat, besi, kapur dan kontaminan lainnya pada air. Multimedia filter merupakan filter yang digunakan pada tahap awal semua proses penyaringan air bersih sebelum memasuki tahap penyaringan air lanjutan. Akan tetapi dalam kasus apabila air tersebut kadar pencemarannya terlalu tinggi, maka diperlukan proses pengolahan tambahan di awal sebelum memasuki multimedia filter, yaitu proses pengolahan air menggunakan sistem sedimentasi yang menggunakan kimia floakulan dan koagulan dan dipadukan dengan berbagai sistem penyaringan yang biasanya lebih kita kenal dengan sebutan wwtp ataupun stp.

Terdapat berbagai macam jenis media filter dalam multimedia filter, diantaranya :

a. *Gravel*

Gravel merupakan media pendukung dalam sistem filtrasi, yang tidak memerlukan peralatan mekanik dan koagulan sehingga *gravel* filter merupakan metoda pengolahan awal yang cocok karena murah. *Gravel* filter terdiri atas lapisan media kerikil berukuran 3 - 64 mm dalam arah aliran air. Pemilihan *gravel* filter bergantung pada karakteristik air bakunya dan bergantung pada persyaratan operasi dan perawatan yang diinginkan. Fungsi utama *gravel* filter ialah menurunkan kekeruhan *influen* dan *suspended solid* sehingga memadai sebagai input bagi sistem filtrasi. Selain itu *gravel* juga dapat mereduksi suspensi dan koloid tanpa penambahan koagulan.

Secara umum pengolahan dengan unit ini direkomendasikan bagi kekeruhan air baku yang lebih dari 10 NTU terutama ketika musim hujan. Fungsi utamanya adalah pelindung SSF dari penumpukan partikulat sehingga membantu SSF bekerja lebih baik dan lebih lama. Ditemukan oleh pakar air minum dari Belanda yang bernama Wegelin pada 1998 bahwa dengan *gravel* filter ini, SSF dapat beroperasi lima (5) kali lebih lama daripada tanpanya. Unit ini dapat beroperasi sampai dengan satu tahun dengan air baku yang secara periodik sangat keruh. Ini terjadi karena ia dirancang untuk penetrasi yang dalam bagi kekeruhan dan headloss-nya rendah lantaran besar parasitasnya. Artinya, air sekeruh apapun, kalau diolah dengan unit ini maka akan menjadi jauh lebih jernih dan secara teknis dapat membantu SSF sehingga beroperasi lebih lama pada beban hidrolis yang lebih tinggi, juga mengurangi luas bak filternya sehingga menurunkan biaya konstruksinya.



Sumber: Alibaba, 2019

Gambar 2.4. Gravel Filter

b. Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa adalah salah satu material alam yang melimpah di Indonesia, tercatat bahwa total sumber daya pasir silika sebesar 18 miliar ton. Di dunia perindustrian pemakaian pasir silika saat ini cukup pesat, seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain (Byantech, 2011). Kandungan pasir kuarsa atau pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , C, Al_2O_3 , CaO, dan Na_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur 1715°C , bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas 12 –

100°C (Selintung dkk, 2012). Sebagai Media Saring Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan, atau lumpur dan bau. Pasir silika umumnya digunakan sebagai saringan pada tahap awal. (Selintung dkk, 2012)



Sumber: Aibaba, 2019

Gambar 2.5. Pasir Silika

c. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bentuk arang atau karbon yang mempunyai daya absorpsi sangat baik terhadap limbah, khususnya limbah cair. Hal itu disebabkan pada suatu karbon atau arang terdapat pori-pori atau rongga yang terdapat pada struktur molekulnya (Sunarto, 2000). Adapun fungsi dari karbon aktif yaitu untuk menyerap bau, menjernihkan air, menghilangkan rasa, dan menghilangkan warna pada air (Sembiring dkk, 2003).

Selain itu kelebihan lain dari karbon aktif dengan bentuk granule yaitu pengoperasiannya mudah karena ukuran relatif lebih besar, serta proses berjalan cepat karena tidak terbentuk endapan. Mutu karbon aktif dikatakan baik apabila kadar unsur karbon sangat tinggi, sedangkan kadar abu dan air di dalamnya sangat kecil. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif. Fungsi karbon aktif pada umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan pembersih, dan penyerap, juga digunakan sebagai bahan pengemban katalisator (Sembiring dkk, 2003).

Berikut merupakan fungsi lain dari karbon aktif :

- a. Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air
- b. Karbon aktif berfungsi sebagai adsorben pemurnian gas
- c. Karbon aktif berfungsi sebagai filter industri minuman
- d. Karbon aktif berfungsi sebagai penyerap hasil tambang dalam industri pertambangan.
- e. Karbon aktif berfungsi sebagai pemucat atau penghilang warna kuning pada gula pasir.
- f. Karbon aktif berfungsi untuk mengolah limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya).
- g. Dapat berfungsi sebagai penyegar/pembersih udara ruangan dari kandungan uap air.



Sumber: Alibaba, 2019

Gambar 2.6. Karbon Aktif

d. Filter *Manganese Zeolite*

Manganese Zeolite merupakan bahan adsorber yang memiliki kemampuan untuk menyerap logam dalam air. Semenjak tahun 1984 tersebut, zeolit telah diklasifikasi sebagai suatu jenis mineral tersendiri, yang sebelumnya sering dimasukkan jenis batuan lempung (*clay materials*) atau jenis mineral silikat. Walaupun batuan lempung merupakan mineral alumino silikat tetapi mempunyai struktur lapisan (*layer*) dan sifat pertukaran ionnya terutama disebabkan gugusan hidroksil dimana ion H dapat digantikan dengan ion lain. (Ahmad, 2005)

Kemampuan mn zeolit sebagai ion *exchanger* telah lama diketahui dan digunakan sebagai penhilang polutan kimia. Dalam air zeolit juga ternyata mampu mengikat bakteri E. coli. Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumina

silika yang berstruktur tiga dimensi. Zeolit dengan struktur rangka tiga dimensi akan mempunyai luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan zeolit dapat menyerap (*sorpsi*) molekul gas pada posisi molekul air dalam kristal zeolit. Kemampuan *sorpsi* ini tidak hanya ditentukan ukuran partikel, tetapi juga oleh muatan dan lokasi kation yang berada dalam rongga zeolit. Zeolit perlu diaktivasi untuk menguapkan molekul air sebelum dipakai sebagai sorben. Rumus molekul zeolit adalah $Mx/n.(AlO_2)_x.(SiO_2)_y.xH_2O$ (Marsidi 2001).

Mn Zeolit juga baik untuk pasir dan karbon aktif berdasarkan pada kapasitas perubahan kationnya yang tinggi. Zeolit juga dapat menyerap beberapa bagian gas seperti *formaldehyde*, kloroform, dan karbon monoksida. Partikel zeolit juga berperan sebagai bibit untuk menumbuhkan flok bakteri dengan menambah pergerakan bakteri tiap volume unit. (Marsidi, 2011)

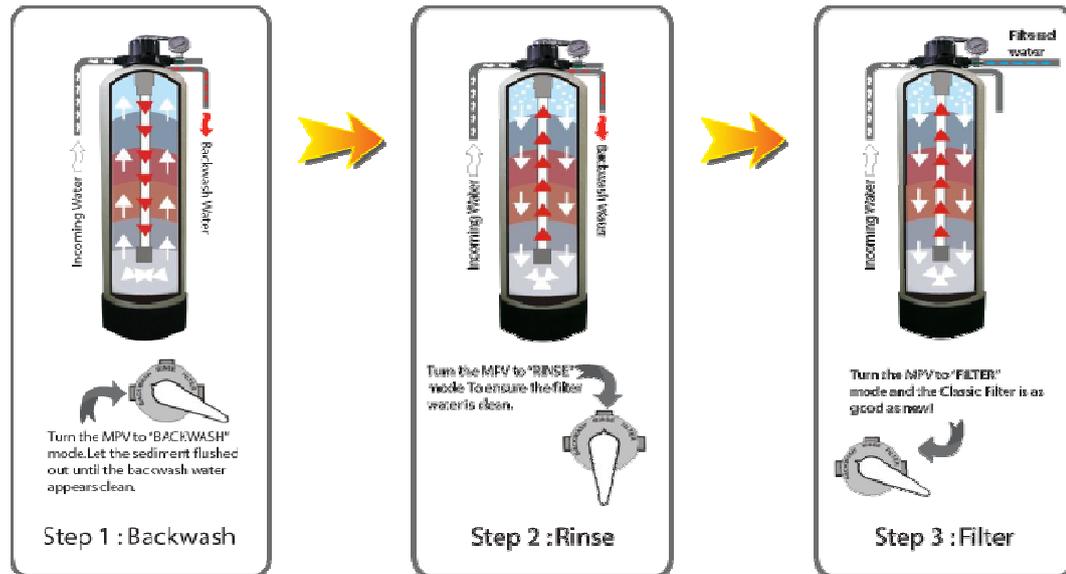


Sumber: Alibaba, 2019

Gambar 2.7. Filter Mn Zeolit

Keuntungan menggunakan zeolit dalam system penyaringan fisik, antara lain :

1. Dapat membuat air yang berada dalam kondisi pH asam menjadi lebih netral berdasarkan kapasitas perubahan kationnya yang besar.
2. Menambah laju aliran secara gravitasi dan sistem pengatur tekanan apabila dibandingkan dengan system penyaring yang menggunakan media pasir/antrasit.
3. Kapasitas penyaringan dapat bertambah tanpa adanya penambahan biaya.
4. Kapasitas pengangkutan yang lebih besar pada permukaan wilayah yang besar menghasilkan kapasitas yang lebih besar juga.
5. Zeolit dapat berfungsi sebagai perisai penyaringan fisik untuk bakteri pathogen (bakteri dan spora) (Anonim, 2105)



Sumber: Packwater Service, 2019

Gambar 2.1. Fitur-Fitur pada Multimedia Filter

Terdapat tiga fitur yang biasanya dimiliki media filter, antara lain :

- **Fitur backwash**
Fitur yang digunakan pada saat filter sudah tersumbat atau kotor, yang dimana fitur ini membalikkan aliran air sehingga terjadi situasi aliran air yang berlawanan dengan fitur service. Air masuk ke dalam valve dan kemudian keluar ke pipa pembuangan, karena air yang keluar dari fitur ini adalah air kotor yang merupakan hasil pencucian dari media filter tersebut.
- **Fitur fast rinse**
Sebuah fitur yang digunakan setelah proses backwash selesai, dimana sebuah proses pembilasan perlu dilakukan agar air yang masuk ke dalam sistem benar-benar terjaga kualitasnya. Pada proses ini, air masuk ke dalam valve dengan arah aliran air sama dengan proses filter/service hanya saja air yang keluar tidak langsung masuk ke dalam sistem, tetapi keluar melalui lubang pembuangan.
- **Fitur filter / service**
Posisi tabung filter pada saat filter berjalan normal atau sedang menjalankan fungsi filtrasi, aliran air memasuki tabung 3 way valve dan keluar melalui pipa output air bersih ke tangki penampung atau ke filter selanjutnya (Anonim, 2015).