

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Hujan

Presipitasi atau hujan adalah merupakan uap air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dengan segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi (Achmad, 2011). Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*snow*). Syarat terjadinya hujan yaitu tersedia udara lembab dan sarana sehingga terjadi kondensasi (Achmad, 2011). Air hujan merupakan salah satu sumber daya alam yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibiarkan mengalir ke saluran-saluran drainase menuju ke sungai-sungai yang akhirnya mengalir ke laut. Padahal jika mampu diolah dan dikelola dengan baik, air hujan tersebut akan memiliki banyak manfaat bagi keberlangsungan hidup manusia, terutama untuk keberlangsungan penyediaan air bersih di masyarakat. Air hujan sendiri dapat digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan manusia antara lain untuk mandi, mencuci bahkan untuk air minum. Hujan menjadi sangat baik dalam beberapa permasalahan daerah yang kekurangan air tanah atau belum adanya sistem penyediaan air bersih (Latif, 2012).

2.2 Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting)

Pemanenan air hujan merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih (UNEP, 2001; Abdulla et al., 2009). Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan yang rendah serta tidak tersedia air tanah (Abdulla et al., 2009). Beberapa keuntungan menggunakan air hujan sebagai alternatif sumber air bersih adalah sebagai berikut (UNEP, 2001) :

- a. Meminimalisasi dampak lingkungan dengan penggunaan instrumen yang sudah ada (atap rumah, tempat parkir, taman, dan lain-lain) dapat menampung air hujan dan meminimalisasi dampak lingkungan, selain itu menampung kelebihan air hujan dapat mengurangi volume banjir di jalan-jalan di perkotaan.

- b. Air hujan yang dikumpulkan relatif lebih bersih dan kualitasnya memenuhi persyaratan sebagai air baku air bersih dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut.
- c. Dalam kondisi darurat air hujan berfungsi sebagai cadangan air bersih sangat penting penggunaannya saat keadaan darurat atau terdapat gangguan sistem penyediaan air bersih, terutama pada saat terjadi bencana alam. Selain itu air hujan bisa diperoleh di lokasi tanpa membutuhkan sistem penyaluran air.
- d. Pemanenan air hujan dapat mengurangi ketergantungan pada sistem penyediaan air bersih.
- e. Sebagai salah satu upaya konservasi.
- f. Pemanenan air hujan merupakan teknologi yang mudah dan fleksibel dan dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan. Pembangunan, operasional dan perawatan tidak membutuhkan tenaga kerja dengan keahlian tertentu.

2.3 Kualitas Air Hujan

Kualitas air hujan umumnya sangat tinggi (UNEP, 2001). Air hujan hampir tidak mengandung kontaminan, oleh karena itu air tersebut sangat bersih dan bebas kandungan *mikroorganisme*. Namun, ketika air hujan tersebut kontak dengan permukaan tangkapan air hujan (*catchment*), tempat pengaliran air hujan (*conveyance*) dan tangki penampung air hujan, maka air tersebut akan membawa kontaminan baik fisik, kimia maupun mikrobiologi. Beberapa literatur menunjukkan simpulan yang berbeda mengenai kualitas PAH (Penampungan Air Hujan) dari atap rumah. Kualitas PAH sangat bergantung pada karakteristik wilayah PAH seperti topografi, kondisi cuaca, tipe wilayah tangkapan air hujan, tingkat pencemaran udara, tipe tangki penampungan dan pengelolaan air hujan (Kahinda et al., 2007). Menurut Horn dan Helmreich (2009), di daerah pinggiran kota atau di pedesaan, umumnya air hujan yang ditampung sangat bersih, tetapi di daerah perkotaan dimana banyak terdapat area industri dan padatnya arus transportasi, kualitas air hujan sangat terpengaruh sehingga mengandung logam berat dan bahan organik dari emisi gas buang. Selain industri dan transportasi, permukaan bahan penangkap air hujan juga mempengaruhi kualitas airnya. Dengan

pemahaman bagaimana proses kontaminasi air hujan terjadi, dan bagaimana kontaminan terbawa oleh air hujan, maka pengelolaan air hujan yang memenuhi syarat akan menghasilkan air bersih yang berkualitas (UNEP, 2001). Di bawah ini beberapa cara sederhana dalam mengolah air hujan menjadi air bersih:

- a. permukaan tangkapan air hujan dan interior tangki penampungan air hujan harus dibersihkan secara berkala.
- b. memasang saringan (*screen*) sebelum masuk ke pipa tangki penampungan air hujan.
- c. membuang beberapa liter air hujan pada beberapa menit pertama ketika hujan tiba dengan menggunakan pipa khusus pembuangan.
- d. desinfeksi dengan menggunakan sinar UV berguna untuk membunuh bakteri atau *pathogen* pada air.
- e. penyaringan air hujan dengan menggunakan teknologi filtrasi.

2.4 Peranan Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apa bila memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Air sangat diperlukan oleh tubuh manusia seperti halnya udara dan makanan. Tanpa air manusia tidak akan bisa hidup lama selain penting untuk manusia, air juga sangat berperan penting bagi makhluk hidup lainnya. Bagi manusia, air diperlukan untuk menunjang kehidupan antara lain dalam kondisi yang layak untuk diminum tanpa mengganggu kesehatan.

Air minum dalam tubuh manusia berguna dalam menjaga keseimbangan metabolisme dan fisiologi tubuh disamping itu, air juga digunakan untuk melarutkan dan mengolah sari makanan agar dapat di cerna oleh tubuh. Kekurangan air, sel tubuh akan menciut dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Begitu pula, air merupakan bagian ekskreta cair (keringat, air mata, air seni) tinja, uap pernapasan dan cairan tubuh (darah *lympe*) lainnya (Partiana, 2015).

Sebagian tubuh organisme termasuk manusia terdiri dari air. Secara umum, manusia biasa mengandung air sebanyak 65-70 % dari berat tubuhnya pada jaringan

lemak dan tulang terdapat 33 % air, di dalam daging 77 %, paru-paru dan ginjal terdapat 80%, dan dicairan tubuh (plasma) sebanyak 90-95,5 % air. Hal ini berarti bahwa seluruh bagian tubuh makhluk hidup terdiri dengan air. Untuk menjaga keseimbangan kandungan air, manusia harus meminum air 2 liter tiap harinya. Sebagai kandungan yang masuk ke tubuh organisme, air memiliki peranan esensial, yaitu: sebagai pembentuk protoplasma, sebagai bahan yang mengambil bagian pada proses fotosintesa, serta sebagai medium yang melarutkan bahan makanan dan sebagai regulator temperatur tubuh. Air mempunyai peranan besar dalam penularan beberapa penyakit menular. Besarnya peranan air dalam penularan penyakit tersebut disebabkan oleh keadaan air itu sendiri. Air yang mengandung mikroorganisme disebut air terkontaminasi, dan tidak steril. Beberapa penyakit menular seperti diare dan kolera, sewaktu-waktu dapat meluas menjadi wabah atau epidemik karena peranan air yang tercemar (Partiana, 2015).

2.5 Standar Baku Air Minum

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh air minum antara lain: persyaratan bakteriologi, kimia, dan fisik. Mengingat bahwa pada dasarnya tidak ada air yang 100 % murni, dalam arti memenuhi syarat yang patut untuk kesehatan, maka harus diusahakan sedemikian rupa, sehingga syarat yang dibutuhkan harus terpenuhi atau paling tidak mendekati syarat-syarat yang dikehendaki. Syarat-syarat air yang dipandang baik secara umum dibedakan menjadi :

2.5.1 Persyaratan Fisika

Air minum harus memenuhi standar uji fisik (fisika) antara lain derajat kekeruhan, bau, rasa, jumlah zat padat terlarut, suhu, dan warnanya. Jika salah satu syarat fisik tersebut tidak terpenuhi, maka ada kemungkinan air tersebut tidak sehat. Namun jika syarat-syarat tersebut terpenuhi, belum tentu air tersebut baik diminum. Karena masih ada kemungkinan bibit penyakit atau zat yang membahayakan kesehatan. Syarat fisik air yang layak minum sebagai berikut :

A. Kekeruhan

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air menurut PERMENKES RI No.492/Menkes/PER/IV/2010 adalah 5 skala NTU. Kekeruhan air

disebabkan partikel-partikel yang tersuspensi di dalam air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur. Bahan yang menyebabkan air keruh antara lain tanah liat, pasir, dan lumpur. Air keruh bukan berarti tidak dapat diminum atau berbahaya bagi kesehatan. Namun, dari segi estetika, air keruh tidak layak atau tidak wajar untuk diminum (Awalludin, 2007).

B. Tidak berbau dan rasanya tawar

Air yang kualitasnya baik adalah tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indra penciuman dan pengecap. Biasanya bau dan rasa saling berhubungan, air yang berbau busuk memiliki rasa kurang (tidak) enak. Dilihat dari segala segi estetika, air berbau busuk tidak layak untuk dikonsumsi. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan (dekomposisi) bahan-bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air. Selain itu, bau dan rasa dapat disebabkan oleh senyawa fenol yang terdapat dalam air (Efendi, 2003).

C. Jumlah Padatan terapan

Perlu diperhatikan air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapan yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas yang menyebabkan rasa tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiacdisease*), dan *tixaemia* pada wanita hamil (Efendi, 2003).

D. Warna

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (plankton) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan bahan-bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. PERMENKES RI No.492/Menkes/PER/IV/2010

menyatakan bahwa batas maksimal air yang layak diminum adalah 15 skala TCU (Awalludin, 2007).

E. Suhu Normal

Air yang baik mempunyai temperatur normal 8° dari suhu kamar (27°C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Jadi, apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum (Awalludin, 2007).

2.5.2 Persyaratan Kimia

Standar baku kimia air layak minum meliputi batasan derajat keasaman, tingkat kesadahan, dan kandungan bahan kimia organik maupun anorganik pada air. Persyaratan kimia sebagai batasan air layak minum sebagai berikut :

A. Kandungan Bahan Kimia Organik

Air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Dalam jumlah tertentu, tubuh membutuhkan air yang mengandung bahan kimia organik. Namun, apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas dapat menimbulkan gangguan pada tubuh. Hal ini terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai jadi racun berbahaya. Bahan kimia tersebut antara lain NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} , dan NO_3 .

B. Kandungan Bahan Kimia Anorganik

Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang ditentukan. Bahan-bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion-ion logam (Fe, Al, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn).

C. Derajat Keasaman (pH)

pH menunjukkan derajat Keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral ($\text{pH} = 7$). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH diatas 7 bersifat basa. Menurut PERMENKES RI Nomor 907 Tahun 2002, batas pH minimum dan maksimum air minum berkisar 6,5-8,5. Khusus untuk air hujan, pH

minimumnya adalah 5,5. Tinggi rendahnya pH air dapat mempengaruhi rasa air. Air dengan pH kurang dari 7 akan terasa lebih asam dilidah dan terasa pahit apabila pH melebihi 7.

D. Tingkat Kesadahan

Kesadahan air disebabkan adanya kation (ion positif) logam dengan valensi dua, seperti Ca^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mg^{2+} . Secara umum kation yang sering menyebabkan air sadah adalah kation Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Kation ini dapat membentuk kerak apabila bereaksi dengan air sabun. Sebenarnya tidak ada pengaruh derajat kesadahan bagi tubuh. Namun, kesadahan air dapat menyebabkan sabun atau deterjen tidak bekerja dengan baik. Berdasarkan PERMENKES RI No.492/Menkes/PER/IV/2010, derajat kesadahan (CaCO_3) maksimum air yang layak diminum adalah 500 mg per liter (Efendi, 2003).

2.5.3 Persyaratan Biologi

A. Tidak Mengandung Organisme Patogen

Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme patogen yang terdapat pada air berasal dari golongan bakteri, *protozoa*, dan virus penyebab penyakit.

- Bakteri *Salmonella typhi*, *Sigheilla dysentia*, *Salmonella paratyphi*, dan *Leptospira*.
- Golongan *protozoa* seperti *Entoniseba histolyca*, dan *Amebic dysentery*.
- Virus *Infectus hepatitis* merupakan penyebab penyakit hepatitis.

B. Tidak Mengandung Mikroorganisme Nonpatogen

Mikroorganisme nonpatogen merupakan jenis mikroorganisme yang tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh, namun menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, berlendir, dan kerak pada pipa. Beberapa mikroorganisme nonpatogen yang berada di dalam air sebagai berikut :

- Beberapa jenis bakteri antara lain *Actinomycetes (Moldlikose bacteria)*, bakteri coli (*Coliform bacteria*), *Fecal streptococci*, dan bakteri besi (*iron bacteria*).
- Sejenis ganggang atau *algae* yang hidup di air kotor menimbulkan bau dan rasa tidak enak pada air.

- Cacing yang hidup bebas di dalam air (*free living*) (Awalludin, 2007)
- Keberadan *E. coli* dan *coliform* merupakan indikator kualitas air minum karena keberadaannya di dalam air minum mengindikasikan bahwa air tersebut terkontaminasi pencemar. Perbedaan antara bakteri *E. coli* dan *coliform* yaitu *coliform* menunjukkan kontaminasi pada lingkungan, apabila terdapat bakteri *coliform* pada air minum menunjukkan terjadi kontaminasi pencemar pada lingkungan sekitar dan bukan dari kontaminasi *feses* (WA Depth Health, 2016) sedangkan *E. coli* merupakan jenis bakteri *coliform*, semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *coliform* semakin tinggi pula kehadiran bakteri lainnya. Bakteri *E. coli* hidup di usus hewan berdarah panas, kehadiran *E. coli* menunjukkan adanya kontaminasi *feses* pada air minum yang kemungkinan juga mengandung mikroorganisme enterik patogen lainnya. (Maksum Radji, 2010).

Dari uraian tersebut dapat diketahui tingginya kontaminasi mikroorganisme pada air minum, maka pengujian kualitas air yang di produksi harus dilakukan secara berkala untuk menjamin ketersediaan air minum yang sehat dan aman untuk di konsumsi oleh masyarakat (Entjang, 2003).

2.6 Kulaitas Air Minum

Standar Nasional Indonesia yang mengatur tentang Persyaratan Kualitas Air Minum mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor. 492/MENKES/PER/IV/2010, yang menyatakan bahwa air minum harus memenuhi persyaratan parameter mikrobiologi, kimia dan fisika (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2010).

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	A. Parameter Mikrobiologi		
	1) <i>E. coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0

2) Total Bakteri <i>coliform</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
B. Kimia anorganik		
1) Arsena	mg/L	0.01
2) Flurida	mg/L	1.5
3) Total Kronium	mg/L	0.05
4) Kadrium	mg/L	0.003
5) Nitri	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 Bau
2) Warna	TCU	15
3) Total Zat Padat Terlarut	mg/L	5
4) Keekeruhan	NTU	5
5) Rasa	-	Tidak Terasa
6) Suhu	C	Suhu udara \pm 3

B. Parameter Kimia

1) Alumunium	mg/L	0.2
2) Besi	mg/L	0.3
3) Kesadahan	mg/L	500
4) Khorida	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) Timbal

mg/L

0.01

Sumber : (Peraturan Menteri Kesehatan R.I. 2010)

2.7 Teknologi Pengolahan Air Minum

Teknologi Pengolahan Air hujan menjadi air minum yaitu :

2.7.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa di mana terikatnya molekul dari suatu fasa gas atau larutan pada permukaan suatu padatan. Molekul-molekul yang terikat pada permukaan disebut adsorbat, sedangkan yang mengikat adsorbat disebut dengan adsorben (Massel, 1996). Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair yang memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam (gaya kohesi adsorben lebih besar daripada gaya adhesinya). Ketidakseimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat atau zat cair yang digunakan sebagai adsorben cenderung menarik zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya (Sudirjo, 2005). Tempat-tempat terjadinya adsorpsi pada adsorben adalah :

- Pori-pori berdiameter kecil (Micropores $d < 2$ nm)
- Pori-pori berdiameter sedang (Micropores $2 < d < 50$ nm)
- Pori-pori berdiameter besar (Micropores $d > 50$ nm)
- Permukaan adsorben



a. Pori-pori kecil

b. Pori-pori besar

c. Permukaan

Gambar 2.1 Ilustrasi tempat terjadinya adsorpsi

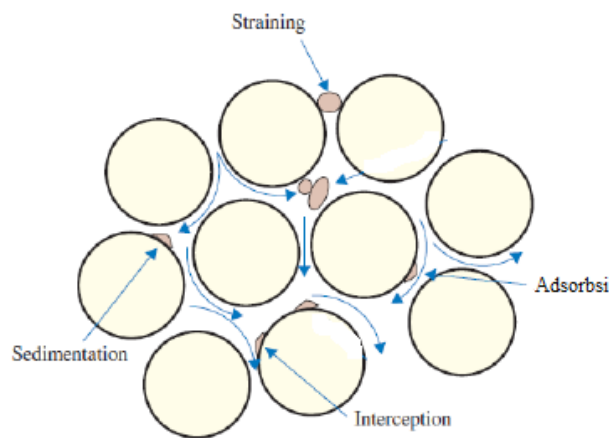
Sumber : Suryawan, 2004

Adsorpsi bertujuan untuk menghilangkan zat organik, warna, dan bau dengan cara penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap (Elystia, 2016). Efektivitas adsorpsi di pengaruhi konsentrasi awal larutan, struktur molekul, ionitas,

solubilitas, suhu, pH, waktu kontak, ukuran partikel, luas permukaan adsorben dan distribusi ukuran pori. Media adsorpsi yang digunakan pada teknologi air bersih adalah zeolite dan karbon aktif (Yuliati et al., 2016).

2.7.2 Filtrasi

Filtrasi merupakan 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 penapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit (McCabe, 1999). Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal serta menghilangkan bakteri serta menyisihkan warna rasa dan bau (Said, 2005).



Gambar 2.2 Ilustrasi proses mekanisme Filtrasi

Sumber : McCabe, 1993

Media yang digunakan dalam proses filtrasi dalam pengolahan air minum yaitu :

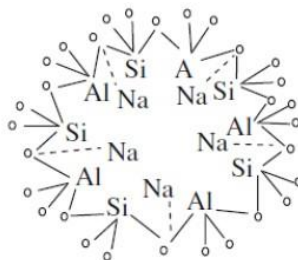
- **Karbon Aktif**

karbon aktif adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon. Arang aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air, atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau (Tangkuman, 2006 ; Harsanti, et al., 2011). Karbon

aktif merupakan senyawa karbon, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Awalludin, 2007).

- Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal alumina silikat berpori terhidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbentuk dari tetrahedral [SiO₄]⁴⁻ dan [AlO₄]⁵⁻, kedua tetrahedral diatas dihubungkan oleh atom-atom oksigen., menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang didalamnya diisi oleh atom-atom logam biasanya logam-logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang (*counter ion*) dan molekul air yang dapat bergerak bebas atau berkoordinasi dengan kation (Carrodo et al., 2003). Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yaitu berisi kation logam, dan molekul air dalam fase *occluded* (Harben dan Kzvalt, 1996). Morfologi dan sistem kristal zeolit mengandung positif dari ion-ion logam alkali dan alkali tanah dalam kerangka kristal tiga dimensi (Hay, 1996), dengan oksigen membatasi antara dua tetrahedral. Struktur dan kerangka pada zeolit ditunjukkan pada **Gambar 2.3** dimana kerangka alumniosilikat zeolit yang menunjukkan jaringan tiga dimensi tetrahedral SiO₄ dan AlO₄ yang terikat pada atom oksigen yang sama (Jha dan Singh, 2016)



Gambar 2.3 Kerangka aluminosilikat zeolit

Keuntungan menggunakan zeolit dalam sistem 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 sistem 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 patogen (bakteri dan spora) (Awalludin, 2007).

- Pasir

Pasir merupakan media penyaring yang baik digunakan dalam proses penjernihan air, dikarenakan sifatnya yang porus dan seragam. Butiran pasir mampu menyerap dan menahan partikel di dalam air serta menyaring kotoran dan pemisah flok flok di dalam air sehingga kualitas air dapat meningkat dari segi warna dan kekeruhannya (Droste, 1997).

- Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa, pasir ini berfungsi sebagai media filter air. Kualitas pasir juga dipengaruhi oleh musim, pada musim penghujan kualitas pasir lebih baik dibandingkan dengan musim kemarau (Suparno et al., 2012). Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika ini mempunyai komposisi gabungan dari senyawa, berwarna putih bening atau warna lain yang tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, bentuk kristal hexagonal, panas spesifik 0,185 (Kusnaedi, 2010 dalam Selintung dan Syahrir, 2012). Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan, atau

lumpur dan bau, kriteria yang diperhatikan memilih pasir silika adalah memiliki ukuran yang seragam.

- 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.

- Ijuk

Ijuk (*duk, injuk*) adalah serabut hitam dan keras pelindung pangkal pelepah daun enau atau aren (*Arenga pinnata*) yang meliputi dari bawah sampai atas batang aren. Fungsi dari ijuk (serabut kelapa) dalam proses filtrasi air adalah untuk menyaring kotoran-kotoran halus dengan membuat lapisan pasir, ijuk, arang aktif, pasir, batu juga sebagai media penahan pasir halus agar tidak lolos ke lapisan bawahnya. (Nur Fajri, 2017).

2.7.3 Faktot-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 efektivitas 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.

2.7.4 Desinfeksi Sinar Ultraviolet

Ultraviolet merupakan suatu bagian dalam *spectrum* elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Ultraviolet mempunyai rentang panjang 100-400 nm yang berada diantara *spectrum X* dan cahaya tampak. Secara umum sumber ultraviolet dapat diperoleh secara alami dan buatan, dengan sinar matahari merupakan sumber ultraviolet di alam. Sumber ultraviolet buatan umumnya berasal dari lampu *fluorescent* khusus, seperti lampu merkuri tekanan rendah (*low*

pressure) dan lampu merkuri tekanan sedang (*medium pressure*) (Cahyanugroho, 2010).

Dalam beberapa hal, sinar ultraviolet bermanfaat untuk manusia yaitu diantaranya untuk mensintesa vitamin D dan juga berfungsi untuk membunuh bakteri. Salah satu sifat sinar ultraviolet adalah daya penetrasi yang sangat rendah, oleh karena itu sinar ultraviolet hanya dapat efektif untuk mengendalikan bakteri pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar ultraviolet atau bakteri dekat dengan permukaan medium yang transparan (Lilvated, 2000).

Sinar UV efektif digunakan untuk membunuh bakteri *Escherichia coli* dan semua *coliform*. Spectrum UV umumnya dibagi menjadi, 4 yaitu UV Vakum atau VUV (100-200 nm), UV-A (panjang gelombang 400-315 nm), UV-B (panjang gelombang 315-280 nm), dan UV-C (panjang gelombang 280-200 nm). Sinar yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme yaitu UV-B dan UV-C. Sterilisasi dengan menggunakan radiasi UV-C dapat mendenaturasi DNA mikroorganisme yang memiliki absorbansi tinggi pada spectrum UV pada panjang gelombang 254 nm. Denaturasi tersebut disebabkan oleh pembentukan dimer pirimidin yang menyebabkan inaktivasi bakteri yang menghalangi replikasi DNA. Meskipun UV dikenal dapat membunuh atau menonaktifkan mikroorganisme, beberapa penelitian menyarankan bahwa panjang gelombang 254 nm (UV-C) adalah yang paling efektif. Sinar UV-C dapat digunakan sebagai desinfeksi pada *listeria monocytogenes* untuk mengurangi keberadaannya. (Summerfelst, 2003)

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 menghancurkan zat pencemar organik.
2. Menghilangkan bau atau rasa pada air.

3. Memerlukan waktu kontak yang singkat (memerlukan waktu beberapa menit).
4. Meningkatkan kualitas air karena gangguan zat pencemar organik.
5. Dapat mematikan mikroorganisme pathogenik.
6. Tidak mempengaruhi mineral di dalam air.

Kerugian-kerugian dari menggunakan UV meliputi:

1. UV radiasi tidak cocok untuk air dengan kadar *suspended solids* tinggi, kekeruhan, warna, atau bahan organik terlarut. Bahan ini dapat bereaksi dengan UV radiasi, dan mengurangi performance desinfeksi. Tingkat kekeruhan tinggi dapat menyulitkan sinar radiasi menembus air dan pathogen.
2. Sinar UV tidak efektif terhadap zat pencemar mengandung banyak bahan-bahan kimia organik, klor, asbestos dan lain - lain.
3. Memerlukan listrik untuk beroperasi. Dalam situasi keadaan darurat ketika listrik mati, maka alat tersebut tidak akan bekerja.
4. UV umumnya digunakan sebagai pemurnian akhir pada sistem filtrasi. Jika ingin mengurangi zat pencemar seperti virus dan bakteri, maka masih perlu menggunakan suatu karbon untuk menyaring atau dengan sistem osmosis sebagai tambahan terhadap UV (Sutrisno, 1987).