

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Air**

Air adalah satu dari sekian banyak sumber daya alam yang sangat di butuhkan bagi kehidupan makhluk hidup. Air membantu aktivitas kehidupan bagi semua makhluk hidup terutama manusia. Tidak hanya manusia saja membutuhkan air tetapi dari unsur tumbuhan, hewan maupun tanah itu sangat membutuhkan air dalam kehidupannya (Pujiastuti, dkk, 2007).

Air merupakan suatu senyawa kimia  $H_2O$  yang sangat istimewa, yang dalam kandungannya terdiri dari senyawa hidrogen ( $H_2$ ), dan senyawa oksigen ( $O_2$ ). Kedua senyawa yang membentuk air ini merupakan komponen pokok dan mendasar dalam memenuhi kebutuhan seluruh makhluk hidup di bumi selain matahari yang merupakan sumber energy (Irianto, 2016).

#### **2.1.1 Karakteristik Air**

Air yang berasal dari alam bukan merupakan air murni, karena air tersebut sudah mengandung mineral-mineral baik yang larut maupun yang tidak larut. Berdasarkan kadar mineralnya air dibagi dua yaitu:

- a. Air sadah yaitu air yang mengandung garam-garam mineral misalnya garam magnesium dan garam kalsium.
- b. Air lunak yaitu air yang tidak berkadar garam mineral Mg dan Ca atau hanya sedikit sekali kadar mineralnya.

Air ada persenyawaan kimia antara dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Rumus kimia air adalah  $H_2O$ . Air murni mempunyai sifat sebagai pelarut zat-zat yang sangat baik, sehingga dalam keadaan bebas di alam jarang dijumpai air murni. Dalam siklus Hidrologi, air yang ada di bumi banyak mengandung zat-zat terlarut sehingga mempengaruhi kemurnian air. Zat-zat terlarut dalam air disebabkan kontaminan.

Sifat-sifat air adalah:

- Air murni tidak bersenyawa, tidak berbau dan tidak berasa. Air selalu mengandung beberapa zat baik yang terlarut atau tersuspensi.

- Air bila menembus udara akan mengikat gas (contoh gas yang diikat air adalah O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan lain-lain). (Pujiastuti, dkk, 2007)

### 2.1.2 Sumber-sumber Air di Alam

Sumber air dapat digolongkan menjadi (Darmayanto, 2009):

#### 1. Air Atmosfir

Air atmosfer adalah air yang dalam keadaan murni sangat bersih tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri atau 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 oleh lumpur, daun-daun, limbah rumah tangga dan limbah 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 garam-garam mineral. Air tanah ini bisa didapatkan dengan mengebor tanah yang kedalamannya 15-50 meter. Ada juga hanya dengan menggali tanah 5-15 meter yang disebut dengan air sumur.

### 2.1.3 Klasifikasi Air

Air dapat diklasifikasikan ke dalam 5 kelas yaitu (Daud, A., 2005):

1. Air kelas I, yaitu air yang tidak perlu pengolahan, air tanah atau air laut, air permukaan dengan tidak ada kontaminasi
2. Air kelas II, yaitu air yang hanya perlu didesinfeksi, air tanah atau air permukaan dengan kemungkinan kontaminan kecil, jernih

3. Air kelas III, yaitu air perlu penyaringan disertai chlorinasi (pre dan post chlorinasi) semua sumber air yang memerlukan penyaringan untuk menjernihkan dan chlorinasi untuk desinfektan.
4. Air kelas IV, yaitu air perlu pengolahan lengkap selain penyaringan diperlukan pula chlorinasi dan presedimentasi.
5. Air kelas V, yaitu air yang perlu pengolahan spesifik misalnya air sumur harus mempunyai kedalaman minimal 4 meter.

Tabel 2.1. Kriteria Mutu Air Berdasarkan Golongan

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum			
			Gol A	Gol B	Gol C	Gol D
<b>FISIKA</b>						
1	Bau	-	-	-	-	-
2	TDS	Mg/l	1000	1000	1000	1000
3	Kekeruhan	NTU	5	-	-	-
4	Rasa	-	-	-	-	-
5	Warna	TCU	15	-	-	-
6	Suhu	°C	Suhu udara	-	-	-
7	Konduktivitas	Umhos/cm	-	-	-	2250
8	pH					
<b>KIMIA ANORGANIK</b>						
1	Air Raksa	Mg/l	0,001	0,001	0,002	0,005
2	Arsen	Mg/l	0,005	0,005	1	1
3	Besi	Mg/l	0,3	5	-	-
4	Fluorida	Mg/l	0,5	1,5	1,5	-
5	Cadmium	Mg/l	0,005	0,01	0,01	0,01
6	Klorida	Mg/l	250	600	0,003	-
7	Mangan	Mg/l	0,1	0,5	-	2
8	Natrium	Mg/l	200	-	-	60
9	Nitrat	Mg/l	10	10	-	-
10	Seng	Mg/l	5	5	0,02	2
11	Sulfat	Mg/l	400	400	-	-
12	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	Mg/l	0,05	0,1	0,002	-
13	Tembaga	Mg/l	1,0	1	0,02	0,1
<b>KIMIA ORGANIK</b>						
1	Aldrin dan Dieldrin	Mg/l	0,0007	0,017	-	-
2	Benzena	Mg/l	0,01	-	-	-
3	Chlordine (total isomer)	Mg/l	0,0003	-	-	-
4	Heptachlor dan Heptachlorepoxi de	Mg/l	0,003	0,018	-	-

Sumber: Santoso, Urip. 2010. *Kualitas Dan Kuantitas Air Bersih*

Golongan A : air untuk air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu

Golongan B : air yang dipakai sebagai bahan baku air minum melalui suatu pengolahan

Golongan C : air untuk perikanan dan peternakan

Golongan D : air untuk pertanian dan usaha perkotaan, industri dan PLTA.

#### 2.1.4 Air Baku

Beberapa air baku yang digunakan diantaranya adalah :

##### 1. Air Tanah Dangkal / Gali

Merupakan air tanah dangkal yang berada tidak jauh dari permukaan tanah. Cara mendapatkan air tanah freatik sangatlah mudah, cukup dengan membuat sumur hingga kedalaman antara 9 hingga 15 meter biasanya sudah muncul airnya. Air tanah dangkal umumnya bening, namun pada beberapa tempat air tanah freatik ini dapat juga tercemar seperti memiliki kandungan Fe dan Mn yang tinggi.

Air sumur bor merupakan salah satu jalan yang ditempuh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih, namun tingginya kadar ion Fe ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) yaitu 5 – 7 mg/l mengakibatkan harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dipergunakan, karena telah melebihi standar yang telah ditetapkan oleh Departemen kesehatan di dalam Permenkes No. 416 /Per/Menkes/IX/ 1990 tentang air bersih yaitu sebesar 1,0 mg/l. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) dalam air adalah dengan cara aerasi. Teknologi ini juga dapat dikombinasikan dengan sedimentasi dan filtrasi (Ekojuli, 2009)

##### 2. Air PDAM

Air minum hasil pengolahan PDAM dan air sumur. Distribusi dan penggunaan air PDAM untuk kebutuhan air bersih dan air minum terus meningkat tiap tahunnya. Air bersih yang disediakan PDAM diperoleh dengan membuat sumur bor dengan kedalaman tertentu dan sistem air permukaan. Sistem tersebut mengakibatkan kualitas air yang disalurkan ke rumah-rumah pelanggan tergantung dari kualitas air di sekitar sumur bor dan air permukaan tersebut. Penerimaan kualitas air minum antara satu

wilayah dengan wilayah lain di Jember tidak akan sama, karena sumber airnya berbeda. Debit sumber air baku mengalami penurunan oleh karena penebangan pohon-pohon di daerah resapan air (Hanum, F. 2002).

Berikut adalah karakteristik fisika dan kimia air PDAM, dapat di lihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.2. Parameter Kimia Fisika Air PDAM

Parameter	Air Bersih
<i>Turbidity</i> (NTU)	0,84
pH	7,29
Temperatur (°C)	27,1
Konduktivitas (s/cm)	48,4
<i>TDS</i> (mg/l)	24,1
Ammonia	0,1
Besi	0,1
Nitrit	0,1
<i>DO</i>	7
Sulfat	83,2
Mangan	0
Klorida (ml)	0,9
<i>Hardness</i> (ml)	2,5
Bicarbonat (ml)	0,1

Sumber: Permenkes No. 492/2010

## 2.2 Aquadest dan Aquabidest

### 2.2.1 Aquadest

Aquadest adalah air mineral yang telah diproses dengan cara distilasi (penyulingan) sehingga diperoleh air murni (H<sub>2</sub>O) yang bebas mineral. Aquadest terdiri dari dua kata yaitu (aqua dan destila). Aqua artinya air, destila artinya penyulingan. Jadi, aquadest adalah air mineral hasil penyulingan. Hasil dari penyulingan ini yang disebut aquadest. Metode yang digunakan untuk memperoleh aquadest adalah distilasi (penyulingan). Penyulingan bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral dalam air, sehingga diperoleh air murni dan aquades ini dapat digunakan di laboratorium.

## Karakteristik Aquadest

Pada dasarnya aquadest bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar. Aquadest merupakan substansi kimia dengan rumus kimia  $H_2O$ , satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Adanya ikatan hidrogen inilah yang menyebabkan aquades mempunyai sifat-sifat penting seperti efek dan kegunaan pelarut yang sangat baik, kelarutan dan ionisasi dari senyawa ini tinggi dalam larutannya, transparan terhadap cahaya tampak dan sinar yang mempunyai panjang gelombang lebih besar dari ultraviolet, tidak berwarna, tegangan permukaan lebih tinggi daripada cairan lainnya, panas penguapan lebih tinggi daripada lainnya, temperatur stabil pada titik beku.

### 2.2.2 Aquabidest

Aquabides sama dengan aquadest yaitu sama-sama digunakan di laboratorium tetapi kandungan mineral dari aquabidest tidak ada. Dalam penyulingan aquabidest dilakukan dari dua kali proses distilasi sehingga produk tersebut benar-benar murni dan banyak digunakan di laboratorium-laboratorium teknik kimia serta digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang ada di Palembang.

### 2.2.3 Standar Aquades dan Aquabides

Spesifikasi air reagen dapat mengacu pada regulasi ASTM (American Society for Testing and Materials) D1193, ISO (International Organization for Standardization) 3696, dan CLSI-CLRW (Clinical and Laboratory Standards Institute – Clinical Laboratory Reagent Water). Beberapa laboratorium mengacu pada standard ASTM D1193-99e1 yang terbagi atas 4 tipe yaitu tipe I, II, III dan IV. Berikut pada Tabel 2.3 merupakan standard parameter kimia dan fisika sesuai dengan regulasi ASTM :

Tabel 2.3 Standar ASTM untuk Air Reagent

Standar Kimia dan Fisika	Type I	Type II	Type III	Type IV
Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<0,056	<1,0	<0,25	<5,0
Resistivitas ( $\text{M}\Omega.\text{cm}$ )	>18	>1,0	>4,0	>0,2
pH	-	-	-	5,0-8,0
Total <i>Organic Carbon</i> (TOC) (ppb atau $\mu\text{g}/\text{L}$ )	50	50	200	Tidak terbatas
Sodium (ppb atau $\mu\text{g}/\text{L}$ )	<1	<5	<10	<50
<i>Chlorides</i> (ppb atau $\mu\text{g}/\text{L}$ )	<1	<5	<10	<50
Total silika (ppb atau $\mu\text{g}/\text{L}$ )	<3	<3	<500	Tidak terbatas
Standar Biologi	Type A	Type B	Type C	
<i>Heterotrophic bacteria count</i> (CFU/ml)	<10/1000	<10/1000	<100/10	
<i>Endotoxin</i> (unit/ml)	<0,03	<0,25	-	

Sumber : ASTM D11193-99e1 (diakses pada 25 Maret 2019)

Standard ISO berbeda dengan standard ASTM dalam hal penggolongan kategorinya. Berikut adalah standard regulasi ISO 3696 mengenai air reagen dapat dilihat pada Tabel 2.4 :

Tabel 2.4 Standar Air Reagen berdasarkan ISO 3896

Parameter	Grade I	Grade II	Grade III
Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<0,1	<0,1	<0,5
pH	-	-	5,0-7,0
Silika (mg/L)	<0,01	<0,02	-
Residu setelah evaporasi dengan pemanasan $110^{\circ}\text{C}$ (mg/kg)	-	<1	<2

Sumber : ISO 3696 (diakses pada 25 Maret 2019)

Standar aquabidest berdasarkan Menteri Kesehatan Indonesia No. 416 MenKes/Per/IX dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Standar Sifat Fisik dan Sifat Kimia Aquabidest

Sifat Fisik Aquabidest	Sifat Kimia Aquabidest
Penampilan: cairan jernih	Berat molekul: 18,0 gr/mol
Berbentuk cair	pH: antara 5-7
Tidak berwarna	Rumus kima: H <sub>2</sub> O
Tidak berbau	Titik didih: 100°C
Tidak mempunyai rasa	Titik beku: 0°C
Bentuk allotropnya adalah es (padat) dan uap (gas)	Elektrolit lemah
	Konduktivitas <25 µS/cm
	TDS: 0 ppm

Sumber: *Sardjoni, 2003:241*

### 2.3. Filter Air

Filter air adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyaring dan menghilangkan kontaminan di dalam air dengan menggunakan penghalang atau media, baik secara proses fisika, kimia maupun biologi. Filter air dapat digunakan secara luas untuk irigasi, air minum, akuarium dan kolam renang.

#### 2.3.1 Filter 1 Mikron

Filter 1 mikron untuk menyaringan endapan dan material yang lebih kecil. Dapat dilihat gambar filter 1 mikron sebagai berikut.



Gambar 2.1 Filter 1 Mikron

### 2.3.2 Greensand Filter

Greensand filter mempunyai fungsi menghilangkan kadar logam berat serta zat kimia. Proses filtrasi ini menggunakan media greensand yang mempunyai fungsi mengikat/menukarkan ion logam serta unsur kimia terlarut antara lain: Fe  $2+$  ion besi, Mn  $2+$  ion Mangan, H<sub>2</sub>S Sulfida, NH<sub>4</sub> Amoniak, Zn Zink, Cr Crom, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> Nitrit, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Nitrat dan lain lain. Berikut gambar dari greensand filter.



Gambar 2.2 Greensand Filter

### 2.3.3 Membrane Reverse Osmosis

Membrane yang digunakan untuk reverse osmosis memiliki lapisan padat dengan kerapatan 0,0001 mikron. Dalam kebanyakan kasus, membran ini dirancang untuk memungkinkan air hanya untuk melewati melalui lapisan padat, sementara mencegah bagian dari zat terlarut (seperti ion garam).

Membran reverse osmosis adalah membran yang terbuat dari selaput semipermeable yang dapat diisi ulang yang berfungsi untuk menyaring air dari kandungan logam, virus atau bakteri sehingga menghasilkan air murni bebas dari pencemaran. Membran yang digunakan dalam proses pengolahan ini menggunakan membran reverse osmosis yang memiliki kerapatan yang sangat kecil, sesuai dengan sistem kerja metode reverse osmosis, yaitu air diberi tekanan tertentu untuk melewati membran. Berikut gambar dari membrane reverse osmosis.



Gambar 2.3 Membrane Reverse Osmosis

#### 2.3.4 Post Carbon

Fungsi utama post carbon dalam sistem reverse osmosis adalah mengembalikan rasa alami air, menghilangkan bau tak sedap, menetralkan kandungan air, menyerap bau dari bahan kimia dan menambah kualitas air sehingga menghasilkan air sehat dengan rasa alami dan berkualitas tinggi. Berikut gambar dari post carbon.



Gambar 2.4 Post Carbon

#### 2.4. Membran

Membran didefinisikan sebagai suatu media berpori, berbentuk film tipis, bersifat semipermeabel yang berfungsi untuk memisahkan partikel dengan ukuran molekuler (spesi) dalam suatu sistem larutan. Spesi yang memiliki ukuran yang lebih besar dari pori membran akan tertahan sedangkan spesi dengan ukuran yang lebih kecil dari pori membran akan lolos menembus pori membran (Kesting, RE, 1971).

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya perbedaan ukuran pori, bentuk, serta struktur kimianya. Membran demikian biasa disebut sebagai membran semipermeable, artinya dapat menahan spesi tertentu, tetapi dapat melewatkan spesi yang lainnya. Fasa campuran yang akan dipisahkan disebut umpan (feed), hasil pemisahan disebut sebagai permeat (Tanjung, Akbar. 2015).

#### 2.4.1. Klasifikasi Membran

Membran yang digunakan dalam pemisahan molekul dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi, kerapatan pori, fungsi, struktur, dan bentuknya.

##### 2.4.1.1. Berdasarkan morfologinya

Dilihat dari morfologinya, membran dapat digolongkan dalam dua bagian (Kesting, RE, 1971) yaitu :

##### a. Membran Asimetrik

Membran asimetrik adalah membran yang terdiri dari lapisan tipis yang merupakan lapisan aktif dengan lapisan pendukung dibawahnya. Ukuran dan kerapatan pori untuk membran asimetris tidak sama, dimana ukuran pori dibagian kulit lebih kecil dibandingkan pada bagian pendukung. Ketebalan lapisan tipis antara 0,2-1,0 dan lapisan pendukung sublayer yang berpori dengan ukuran antara 50-150 .

##### b. Membran Simetrik

Membran simetris adalah membran yang mempunyai ukuran dan kerapatan pori yang sama disemua bagian, tidak mempunyai lapisan kulit. Ketebalannya berkisar antara 10-200 . Membran ultrafiltrasi terdiri atas struktur asimetris dengan lapisan kulit yang rapat pada suatu permukaan. Struktur demikian mengakibatkan solut didalam umpan tertahan dipermukaan membran dan mencegah terjadinya pemblokiran didalam pori.

#### 2.4.1.2. Berdasarkan kerapatan pori

Dilihat kerapatan porinya, membran dapat dibedakan dalam dua bagian (Kesting, RE, 1971) yaitu :

##### a. Membran rapat (Membran tak berpori)

Membran rapat ini mempunyai kulit yang rapat dan berupa lapisan tipis dengan ukuran pori dari 0,001 dengan kerapatan lebih rendah. Membran ini sering digunakan untuk memisahkan campuran yang memiliki molekul-molekul berukuran kecil dan ber BM rendah, sebagai contoh untuk pemisahan gas dan pervaporasi. Permeabilitas dan permselektifitas membran ini ditentukan oleh sifat serta type polimer yang digunakan.

##### b. Membran berpori

Membran ini mempunyai ukuran lebih besar dari 0,001 dan kerapatan pori yang lebih tinggi. Membran berpori ini sering digunakan untuk proses ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, hyperfiltrasi. Selektifitas membran ini ditentukan oleh ukuran pori dan pengaruh bahan polimer.

#### 2.4.1.3. Berdasarkan fungsinya

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya gaya dorongan ( $\Delta$ ) yang mengakibatkan adanya perpindahan massa melalui membran. Berdasarkan fungsinya membran dibagi menjadi tujuh macam, yaitu membran yang digunakan pada proses reverse osmosis, ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, dialisa, dan elektrodialisa (Wenten, 1999).

##### a. Reverse Osmosis

Reverse osmosis merupakan proses perpindahan pelarut dengan gaya dorong perbedaan tekanan, dimana beda tekanan yang digunakan harus lebih besar dari beda tekanan osmosis. Ukuran pori pada proses osmosa balik antara 1-20 dan berat molekul solut yang digunakan antara 100-1000. Dengan adanya pengembangan membran asimetris proses osmosis balik menjadi sempurna, terutama digunakan untuk memproduksi air tawar dari air laut.

#### b. Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi mempunyai dasar kerja yang sama dengan osmosa balik, tetapi berbeda dengan ukuran porinya. Untuk ultrafiltrasi ukuran diameter pori yang digunakan yaitu 0,01-0,1 dengan BM solut antara 1000-500.000 g/mol. Proses pemisahannya ukuran molekul yang lebih kecil dari diameter pori akan menembus membran, sedangkan ukuran molekul yang lebih besar akan tertahan oleh membran.

#### c. Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi mempunyai prinsip kerja yang sama dengan ultrafiltrasi, hanya berbeda pada ukuran molekul yang akan dipisahkan. Pada mikrofiltrasi ukuran molekul yang akan dipisahkan 500-300.000 , dengan BM solut dapat mencapai 500.000 g/mol, karena itu proses mikrofiltrasi sering digunakan untuk menahan partikel-partikel dalam larutan suspensi.

#### d. Dialisa

Dialisa merupakan proses perpindahan molekul (zat terlarut atau solut) dari suatu cairan ke cairan lain melalui membran yang diakibatkan adanya perbedaan potensial kimia dari solut. Membran dialisa berfungsi untuk memisahkan larutan koloid yang mengandung elektrolit dengan berat molekul kecil. Proses secara dialisa sering digunakan untuk pencucian darah pada penderita penyakit ginjal.

#### e. Elektrodialisa

Elektrodialisa merupakan proses dialisa dengan menggunakan bantuan daya dorong potensial listrik. Elektrodialisa berlangsung relatif lebih cepat dibandingkan dengan dialisa. Pemakaian utamanya adalah desalinasi (penurunan kadar garam) dari juice.

#### f. Pervaporasi

Pervaporasi merupakan proses perpindahan massa melalui membran dengan melibatkan perubahan fasa didalamnya dari fasa cair ke fasa uap. Gaya dorong proses pervaporasi adalah perbedaan aktifitas pada kedua sisi membran yang menyebabkan terjadinya penguapan karena tekanan parsial lebih rendah daripada tekanan uap jenuh.

Pada umumnya selektifitas pervaporasi adalah tinggi, proses pervaporasi sering digunakan untuk memisahkan campuran yang tidak tahan panas dan campuran yang mempunyai titik azeotrop. Proses pemisahan secara pervaporasi menggunakan membran non pori/dense dan asimetris. Keunggulan proses pervaporasi penggunaan energi relatif rendah.

#### 2.4.1.4. Berdasarkan strukturnya

Berdasarkan strukturnya, membran dibedakan menjadi dua golongan (Mulder, 1996 ), yaitu :

##### a. Membran Homogen

Membran Homogen merupakan membran yang tidak berpori, mempunyai sifat sama setiap titik, tidak ada internal layer dan dalam perpindahan tidak ada hambatan

##### b. Membran Heterogen

Membran Heterogen adalah suatu membran berpori atau tidak berpori, tersusun secara seri dari type yang berbeda, sehingga dalam perpindahan mengalami hambatan.

#### 2.4.1.5. Berdasarkan bentuknya

Berdasarkan bentuknya membran dapat dibagi dibagi menjadi dua macam (Maharani, 2006), yaitu :

##### a. Membran Datar

Membran datar mempunyai penampang lintas besar dan lebar. Pada operasi membran datar terbagi atas :

1. Membran datar yang terdiri dari satu lembar saja
2. Membran datar bersusun yang terdiri dari beberapa lembar tersusun bertingkat dengan menempatkan pemisah antara membran yang berdekatan

### b. Membran spiral

Membran spiral bergulung yaitu membran datar yang tersusun bertingkat kemudian digulung dengan pipa sentral membentuk spiral.

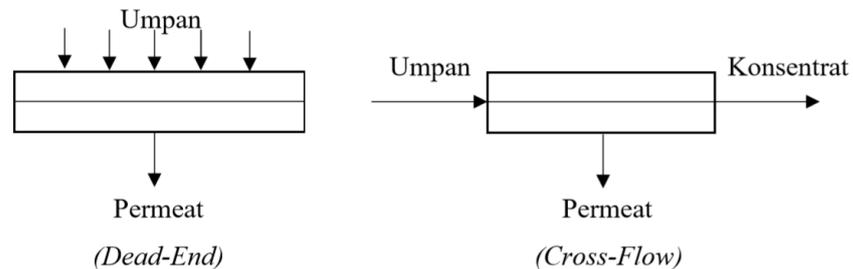
### c. Membran Tubular

Membran tubular adalah membran yang membentuk pipa memanjang. Membran jenis ini terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Membran serat berongga ( $d < 0,5$  mm)
2. Membran kapiler ( $d$  0,5-5,0 mm)
3. Membran tubular ( $d > 5,0$  mm)

#### 2.4.2. Type aliran Umpan

Pada dasarnya ada dua type konfigurasi aliran pada proses pemisahancmenggunakan membran yaitu type aliran melintas (Dead-End) dan aliran silang(Cross-Flow). Perbedaan kedua Type proses pemisahannya dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut (Kimura, S, 1995).



Gambar 2.5 Type proses pemisahan (Kurniawan, 2014)

Pada filtrasi aliran melintas, umpan dialirkan tegak lurus ke permukaan membran sehingga partikel terakumulasi dan membentuk suatu lapisan pada permukaan membran, hal ini berdampak terhadap penurunan fluks dan rejeksi. Pada type aliran silang (Cross-Flow), umpan mengalir sepanjang permukaan membran sehingga hanya sebagian yang terakumulasi.

### 2.4.3 Karakteristik Membran

Untuk memahami proses pemisahan dengan membran, akan ditentukan karakteristik membran yang dalam hubungannya dengan sifat dan struktur membran seperti kandungan air, ukuran pori, jumlah pori, luas membran, dan ketebalan membran.

#### 2.4.3.1. Kandungan air

Kandungan air merupakan tingkat kemampuan polimer untuk menyerap air. Sifat ini ditunjukkan oleh adanya gugus yang bersifat hidrofilik dalam rantai polimer. Polimer yang banyak mengandung gugus hidroksil akan bersifat hidrofilik. Kandungan air ini akan mempengaruhi difusivitas penetrasi melalui membran karena semakin banyak yang berikatan dengan membran, akan menyebabkan rantai polimer bebas bergerak, sehingga molekul semakin mudah menembus membran polimer melewati ruang kosong antara rantai polimer dengan rantai lainnya.

#### 2.4.3.2. Ukuran dan Jumlah pori

Pada proses pemisahan menggunakan membran ukuran dan jumlah pori merupakan faktor yang harus dipertimbangkan agar memenuhi standar ultrafiltrasi. Ukuran pori akan menentukan sifat selektivitas membran, yaitu kemampuan dari membran untuk menahan molekul-molekul zat terlarut, sehingga tidak ada yang lolos menembus pori membran. Sedangkan jumlah pori menentukan sifat permeabilitas membran yaitu kemudahan membran untuk melewatkan molekul-molekul air, dimana jika permeabilitas membran yang dihasilkan tinggi, maka membran layak digunakan.

#### 2.4.3.3. Ketebalan Membran

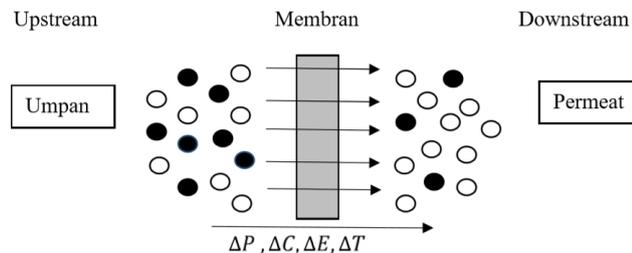
Ketebalan membran merupakan salah satu karakteristik membran yang diukur untuk mengetahui laju permeasi membran. Ketebalan membran polysulfon diukur dengan menggunakan mikrometer. Ukuran ketebalan membran menurut standar ultrafiltrasi adalah 50-150 (Rautenbach, 1997).

#### 2.4.3.4. Luas Membran

Luas membran yang telah dibuat disesuaikan dengan luas modul membran dari rancangan alat, dimana pengukuran panjang dan lebar membran ini dilakukan secara manual dengan menggunakan mistar.

#### 2.4.4. Prinsip Pemisahan dengan Membran

Proses Pemisahan dengan menggunakan media membran dapat terjadi karena membran mempunyai sifat selektifitas yaitu kemampuan untuk memisahkan suatu partikel dari campurannya. Hal ini dikarenakan partikel memiliki ukuran lebih besar dari pori membran. Untuk lebih jelasnya mengenai proses pemisahan dengan menggunakan membran dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.6. Proses Pemisahan dengan Membran (Mulder, M, 1996)

Upstream merupakan sisi umpan terdiri dari bermacam-macam molekul (komponen) yang akan dipisahkan, sedangkan downstream adalah sisi permeat yang merupakan hasil pemisahan. Pemisahan terjadi karena adanya gaya dorong (driving force) sehingga molekul-molekul berdifusi melalui membran yang disebabkan adanya perbedaan tekanan ( $\Delta$ ), perbedaan konsentrasi ( $\Delta$ ), perbedaan energi ( $\Delta$ ), perbedaan temperature ( $\Delta$ ). Faktor faktor yang berpengaruh dalam proses pemisahan dengan membran meliputi :

- a. Interaksi membran dengan larutan
- b. Tekanan
- c. Temperature , dan
- d. Konsentrasi polarisasi

Dalam penggunaannya, pemilihan membran didasarkan kepada sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Stabil terhadap perubahan temperatur
- b. Mempunyai daya tahan terhadap bahan-bahan kimia
- c. Kemudahan untuk mendeteksi kebocoran
- d. Kemudahan proses penggantian
- e. Efisiensi pemisahan

Prinsip proses pemisahan dengan membran adalah pemanfaatan sifat membran, di mana dalam kondisi yang identik, jenis molekul tertentu akan berpindah dari satu fasa fluida ke fasa lainnya di sisi lain membran dalam kecepatan yang berbeda-beda, sehingga membran bertindak sebagai filter yang sangat spesifik, di mana satu jenis molekul akan mengalir melalui membran, sedangkan jenis molekul yang berbeda akan “tertangkap” oleh membrane. Driving force yang memungkinkan molekul untuk menembus membran antara lain adanya perbedaan suhu, tekanan atau konsentrasi fluida. Driving force ini dapat dipicu antara lain dengan penerapan tekanan tinggi, atau pemberian tegangan listrik.

Terdapat dua faktor yang menentukan efektivitas proses filtrasi dengan membran : faktor selektivitas dan faktor produktivitas. Selektivitas adalah keberhasilan pemisahan komponen, dinyatakan dalam parameter Retention (untuk sistem larutan), atau faktor pemisahan  $[\alpha]$  (untuk sistem senyawa organik cair atau campuran gas). Produktivitas didefinisikan sebagai volume/massa yang mengalir melalui membran per satuan luas membran dan waktu, dan dinyatakan dalam parameter flux, dan. Nilai selektivitas dan produktivitas sangat bergantung pada jenis membran.

## 2.5 Parameter Analisa Aquadest

### a. Konduktivitas

Konduktivitas (Daya Hantar Listrik/ DHL) adalah kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan  $\mu\text{mhos/cm}$ .

Pengukuran daya hantar listrik bertujuan mengukur kemampuan ion-ion dalam air untuk menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air.

Konduktivitas air dapat dinyatakan dalam satuan mhos/cm atau Siemens/cm. Air tanah dangkal umumnya mempunyai harga 30-2000  $\mu$ mhos/cm. Konduktivitas air murni berkisar antara 0-200  $\mu$ S/cm (*low conductivity*), konduktivitas sungai sungai besar/*major* berkisar antara 200-1000  $\mu$ S/cm (*mid range conductivity*), dan air saline adalah 1000-10000  $\mu$ S/cm (*high conductivity*). Nilai konduktivitas untuk air layak minum sekitar 42-500  $\mu$ mhos/cm. Nilai konduktivitas lebih dari 250 mhos/cm tidak dianjurkan karena dapat mengendap dan merusak batu ginjal (Khairunnas, 2018).

b. pH

Derajat Keasaman (pH) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. pH juga merupakan satu cara untuk menyatakan konsentrasi ion H<sup>+</sup>. Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa dan warna (Sutrisno, 1996). Pengaruh pH terhadap kualitas air, menyebabkan baku mutu air untuk layak digunakan pada bidang analis, medis dan farmasi. Menurut Standar ASTM (*American Society for Testing and Materials*), air yang layak digunakan memiliki pH 6,5-8,5 (Zulkarnain, 2015).

c. Resistivitas (Nilai Hambatan)

Resistivitas merupakan kebalikan dari konduktivitas, dimana resistivitas adalah kesanggupan suatu bahan untuk menghambat aliran listrik yang mengalir didalamnya, dimana listrik hanya dapat mengalir dalam bahan yang bersifat konduktif. Nilai resistivitas air bawah tanah antara 40-210 ohm.m. Nilai resistivitas air bersih (*fresh water*) adalah antara 10-100  $\Omega$ m. Sedangkan nilai resistivitas limbah cair memiliki nilai yang lebih kecil (Khairunnas, 2018).

d. *Total Dissolved Solid* (Total Padatan Terlarut)

*Total Dissolved Solid* atau *TDS* adalah benda padat yang terlarut meliputi semua mineral, garam, logam, serta kation dan anion yang terlarut dalam air. *TDS* terukur dalam satuan *Parts per Million (ppm)* atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. Air yang mengandung mineral non-organik tinggi sangat tidak baik untuk kesehatan karena mineral tersebut tidak akan hilang walaupun dengan cara direbus. Terdapat lima kategori rasa air berdasarkan *TDS* yaitu *TDS* kurang dari 300 ppm: sangat bagus, *TDS* antara 300-600 ppm: bagus, *TDS* antara 600-900 ppm: sedang, *TDS* antara 900-1200 ppm: buruk, dan *TDS* diatas 1200 ppm: sangat buruk (Khairunnas, 2018).