

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Demi keberlangsungan kehidupan suatu makhluk hidup air memiliki peran yang sangat utama. Kehidupan di muka bumi ini tidak akan ada tanpa adanya air. Air pada dasarnya sudah tersedia secara alami di alam ini dan volume air di bumi tidak akan pernah berkurang karena air memiliki siklus yang tetap yang biasa disebut dengan siklus hidrologi. Yang mempengaruhi volume atau keadaan air pada suatu daerah musim dan tata guna lahan. Pada daerah yang sedang dilanda kemarau volume air pada daerah ini akan mengalami penurunan namun tidak berdampak pada volume air pada bumi secara keseluruhan. Begitu juga ketika suatu daerah dilanda musim hujan, pada daerah ini volume air akan meningkat. Meningkatnya volume air pada daerah yang sedang mengalami musim hujan tidak akan mempengaruhi volume air di bumi (Asdak,2007).

Berdasarkan peraturan pemerintah republik Indonesia No.16 2005, bahwa yang dimaksud dengan air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari air sumber permukaan, cekungan air tanah atau air hujan yang memenuhi baku mutu sebagai air baku untuk air minum.

Air yang tersedia di alam ini belum tentu layak untuk dikonsumsi oleh setiap makhluk hidup khususnya manusia karena masih banyak mengandung zat-zat terlarut yang berbahaya bagi makhluk hidup. Salah satu air yang tersedia di alam adalah air gambut. Secara kasat mata air gambut memiliki sifat fisik berwarna kuning kecoklatan dan bila di minum secara langsung air gambut akan terasa payau. Sehingga untuk menjadikannya air yang layak untuk dikonsumsi masyarakat air gambut ini harus melalui pemrosesan terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan air bersih (Kusnaedi,2006).

Air bersih yang layak dikonsumsi atau digunakan dalam kebutuhan sehari-hari untuk masyarakat harus memenuhi persyaratan air bersih seperti berikut(Kunaedi,2006).

1. Persyaratan Fisik
 - a. Jernih atau tidak keruh
 - b. Tidak berwarna
 - c. Rasanya tawar
 - d. Tidak berbau
 - e. Temperaturnya normal
2. Persyaratan Kimia
 - a. Memiliki tingkat keasaman(pH) netral
 - b. Tidak mengandung bahan kimia beracun
 - c. Tidak mengandung garam atau ion-ion logam
 - d. Tidak mengandung bahan organik
3. Persyaratan radioktivitas
 - a. Tidak terkontaminasi sinar alfa
 - b. Tidak terkontaminasi sinar beta
4. Persyaratan Miktologik
 - a. Tidak dapat kuman parasite
 - b. Tidak terdapat kuman patogenik
 - c. Tidak terdapat bakteri coli

3.2 Kependudukan

Segala aspek kegiatan penduduk sebagian besar menggunakan air bersih. Pertumbuhan penduduk harus diikuti dengan ketersediaan air bersih yang sehat dan cukup (Kurniawan, 2012).

3.2.1 Perkiraan jumlah penduduk

Perkiraan dan penambahan jumlah penduduk erat sekali hubungannya dengan perencanaan suatu sistem penyediaan air bersih pada suatu daerah. Perkembangan dan penambahan jumlah penduduk akan menentukan besarnya

kebutuhan air bersih dimasa yang akan datang dimana hasilnya merupakan harga pendekatan dari hasil sebenarnya. Dalam memperkirakan jumlah penduduk dimasa yang akan datang ada beberapa cara atau metode yang digunakan. Metode yang umum digunakan adalah metode *exponensial*. Perkiraan jumlah penduduk dengan menggunakan metode *exponensial* adalah perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata-rata dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Berdasarkan penduduk daerah tersebut, maka formulasi yang digunakan dalam memproyeksi jumlah penduduk dengan rumus berikut (Noerbambang, 2005).

$$P_n = P_o(1 + r)^n \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan : P_n : Jumlah penduduk tahun ke n (jiwa)
 P_o : Jumlah penduduk tahun awal (jiwa)
 r : Rata-rata pertumbuhan penduduk (%)
 n : Jumlah tahun proyeksi yang direncanakan

Untuk mencari r digunakan rumus berikut (Noerbambang, 2005).

$$r = \frac{\sum ri}{n-1} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:
 r : Rata-rata pertumbuhan penduduk (%)
 $\sum ri$: Jumlah persentase penduduk dari tahun awal s/d tahun terakhir (%)
 n : Jumlah proyeksi yang direncanakan

Untuk mencari kenaikan jumlah penduduk rata-rata digunakan rumus berikut ini (Noerbambang, 2005).

$$r_n = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :
 r_n : Kenaikan jumlah penduduk pada tahun (%)
 t_1 : Jumlah penduduk tahun pertama (jiwa)

t_2 : Jumlah penduduk tahun kedua (jiwa)

Untuk menentukan kenaikan persentase jumlah penduduk rata-rata pertahunnya adalah.

$$\sum ri = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 \dots\dots\dots(3.4)$$

$$n = n - 1 \dots\dots\dots(3.5)$$

3.2.2 Kriteria Pelayanan Air Bersih

Suatu sistem yang terdapat pada PDAM sangat berpengaruh terhadap pelayanan bagi masyarakat. Semakin baik kemampuan suatu sistem pelayanan yang terdapat pada PDAM maka akan semakin baik pula pelayanan yang diberikan masyarakat.

Factor-faktor yang berpengaruh dalam penentuan kriteria pelayanan air bersih adalah (silalahi,1996)

1. Penentuan daerah pelayanan (*Service Area*)

Dalam menentukan rencana daerah pelayanan selain disesuaikan dengan arahan dari kerangka acuan kerja juga harus disesuaikan dengan kondisi daerah studi berdasarkan kepadatan penduduk.

2. Penentuan besarnya tingkat pelayanan (*Coverage*)

Dalam menentukan besarnya angka tingkat pelayanan harus disesuaikan dengan hasil survey lapangan dan hasil evaluasi data.

3. Penentuan penyampaian air yang telah dilalui proses pengolahan ke konsumen (*servive level*).

Cara penyambungan yang umum dilakukan oleh suatu badan pengolahan yang sudah ada seperti PDAM terdiri dari dua jenis sambungan yaitu sambungan Rumah (SR) dan Hidran Umum (HU).Sambungan rumah (SR) adalah instalasi yang dipergunakan masyarakat untuk menyuplai air bersih bagi kepentingan individu atau keluarga, sedangkan Hidran Umum (HU) adalah suatu instalasi yang dipergunakan untuk menyuplai air bagi kepentingan umum.Hidran Umum (HU) biasanya terletak dilokasi yang mudah terjangkau oleh masyarakat umum dan berada dolokasi-lokasi umum seperti mall, pasar, terminal, bandara, mesjid, dan

sebagaimana. Untuk mengetahui kriteria perencanaan air bersih untuk tiap-tiap kategori dapat di lihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Kriteria Perencanaan Air Bersih (Anonymous,2017)

Uraian	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/Orang/Hari)	>50	150-20	90-120	80-120	60-80
Konsumsi Unit Hidrant (HU) (Liter/Orang/Hari)	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
SR:HU	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
Cakupan Layanan (%)	90	90	90	90	90

Untuk menentukan total kebutuhan air = SR+HU.....(3.6)

SR = Cakupan Pelayanan x Pn x Rasio SR x Konsumsi.....(3.7)

HU = Cakupan Pelayanan x Pn x Rasio HU x Konsumsi.....(3.8)

Keterangan:

SR : Sambungan Rumah

Hu : Hidran Umum

Pn : Jumlah Penduduk tahun ke

3.3 Analisa Sumber Air

Air baku yang akan diproses untuk dijadikan air bersih harus diketahui secara jelas dari mana air tersebut berasal karena tidak semua air yang berada didalam bumi ini dapat dijadikan sebagai sumber air baku. Pada umumnya air baku yang terkumpul dalam suatu waduk atau danau berasal dari kumpulan air sungai, mata air, air hujan, dan air laut. Air laut bisa mengisi danau-danau atau waduk-waduk yang berada dalam jangkauan pasang surut. Namun biasanya air laut ini sangat jarang dijadikan air baku untuk kebutuhan masyarakat karena dalam pengolahan atau pemerosesannya memiliki kesulitan dan biaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan atau pemerosesan air tawar. Adapun sumber air baku yang bisa digunakan sebagai sumber air baku adalah sebagai berikut (Sutrisno,dkk,2010).

1. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada diwilayah jenuh dibawah permukaan tanah. Secara global dari keseluruhan air tawar yang berada diplanet bumi ini lebih dari 97% terdiri atas air tanah. Air tanah terbagi kedalam dua jenis yaitu:

a. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal yaitu air tanah yang berada dibawah permukaan tanah dan berada di atas batuan kedap air atau lapisan yang tidak dapat meloloskan air. Air ini merupakan akuifer atas atau sering disebut air freatis. Air ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk membuat sumur. Air tanah dangkal terjadi karena adanya resapan air hujan oleh tanah (*infiltration*). Tidak semua air hujan yang terserap oleh tanah mengalir kesungai atau tampungan air lainnya, melainkan ada sebagian besar air hujan resapan ini yang tetap tertinggal pada lapisan-lapisan tanah sebagian besar air tanah dangkal ini banyak dijumpai keberadaannya pada lingkungan disekitar kita. Untuk mendapatkan air tanah dangkal ini ini tidak terlalu sulit. Masyarakat biasanya untuk mendapatkan air tanah dangkal ini dengan cara menggali tanah atau yang biasa disebut dengan sumur. Dalamnya galian sumur ini untuk mendapatkan air tanah dangkal sangat bervariasi tergantung dari keadaan

ketebalan lapisan dan kejenuhan tanah. Namun pada umumnya pada kedalaman 7-15 meter air tanah dangkal ini sudah bisa didapatkan.

b. Air tanah dalam

Air tanah dalam yaitu air tanah yang berada di bawah lapisan tanah dangkal dan berada di antara lapisan kedap air. Air ini merupakan *aquifer* bawah dan banyak dimanfaatkan sebagai sumber air minum penduduk kota, industri, perhotelan, dan sebagainya. Untuk mendapatkan air tanah dalam biasanya masyarakat menggunakan bor (*Drilling*). Air tanah dalam terbentuk salah satunya karena adanya formasi geologi. Formasi geologi adalah formasi batuan atau material lain yang berfungsi menyimpan air dalam jumlah besar. Dalam proses pembentukan air tanah dalam formasi geologi tersebut dikenal sebagai akifer (*aquifer*). Akifer pada dasarnya adalah kantong air yang berada didalam tanah. Ada dua jenis akifer yaitu akifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akifer terkekang (*confiden aquifer*) atau yang bisa disebut artesis. Air tanah dalam merembes melalui lapisan-lapisan mineral dan kemudian mengalir kedalam tanah. Selama mengalir dan merembes bahan-bahan organik dan bakteri akan tersaring dan semakin sedikit yang terbawa bahkan tidak ada lagi bahan organik dan bakteri yang terlarut. Sehingga air tanah dalam ini dapat dikonsumsi langsung oleh mahluk hidup.

c. Mata air

Mata air adalah suatu aliran air tanah yang mengalir keluar dari permukaan tanah dengan sendirinya. Mata air yang mengalir pada air tanah dangkal biasanya dipengaruhi oleh musim. Mata air pada air tanah dangkal ketika musim penghujan bisa menghasilkan debit yang lebih banyak dibandingkan ketika musim kemarau. Bahkan sering dijumpai mata air pada air tanah dangkal ketika musim kemarau panjang sering berhenti mengalirkan debit air. Hal ini disebabkan air tanah dangkal mengalami penyusutan debit air pada lapisan tanah.

2. Air Permukaan.

Air permukaan adalah air yang secara kasat mata memiliki aliran dan kumpulan yang berada dipermukaan bumi. Air permukaan banyak terkena pengaruh lingkungan disekitarnya sehingga air permukaan telah mengalami pencemaran dan pengotoran. Pencemaran atau pengotoran air permukaan bisa disebabkan oleh lumpur, batang kayu, dedaunan, sampah perumahan, sampah industri, kotoran mahluk hidup dan sebagainya. Dengan demikian air permukaan belum bisa untuk dikonsumsi langsung oleh masyarakat terutama untuk diminum secara langsung karena didalam air permukaan masih sangat banyak terdapat kotoran dan bakteri yang terlarut didalamnya. Untuk menjadikan air yang bersih air permukaan harus mengalami proses terlebih dahulu. Air permukaan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu (sutrisno, dkk, 2010).

a. Air sungai.

Sungai adalah cekungan yang terdapat dipermukaan bumi dan memiliki kemampuan untuk menampung dan mengalirkan debit air dari daerah yang berkontur tinggi ke daerah yang berkontur lebih rendah secara alamiah mengikuti grafitasi bumi. Pada umumnya sungai bermuara ke laut. Pada daerah hulu sungai biasanya memiliki arus pengaliran air yang kuat, debit air yang di alirkan constant karna tidak terlalu terpengaruh oleh sedimentasi yang telah menumpuk, dan memiliki kualitas air yang masih terjaga oleh alam sehingga belum terkena polutan dan pencemaran akibat manusia. Sedangkan pada daerah hilir sungai biasanya memiliki kecendrungan aliran sungai mulai melambat, debit air yang dialirkan tidak tetap karena telah terpengaruh sedimentasi yang menghalangi debit air untuk dialirkan, selain itu pada daerah hilir sungai sudah terpengaruh oleh pasang surut air laut. Kualitas air sungai yang berada dihilir kurang baik karena polutan yang terlarut sudah sangat komplet.

b. Air rawa dan danau.

Air rawa atau danau adalah cekungan yang terdapat dipermukaan bumi yang memiliki kemampuan untuk menampungnya lebih besar dari pada kemampuan untuk mengalirkannya bahkan ada sebagian rawa/danau tidak

memiliki kemampuan untuk mengalirkan debit airnya. Air rawa merupakan air permukaan dengan ciri mencolok karena warnanya merah kecoklatan, mengandung zat organik tinggi, rasanya asam, pH antara 2-5, dan tingkat kesadiahannya rendah.

3. Air atmosfer/*air meteorologik* (Air hujan)

Air hujan yang masih yang masih alami pada dasarnya sangat bersih, namun akibat adanya polutan di udara seperti debu, asap kendaraan, asap industri dan lain sebagainya maka air hujan menjadi tidak murni dan tidak bersih lagi. Debu mineral-mineral atmosfer dan berbagai macam gas banyak yang terlarut dalam air hujan adalah carbon, sulfur, sodium, kalsium, oksigen, dan silicon (Asdak, 2007).

Oleh sebab itu untuk menjadikn air hujan bagi kebutuhan sehari-hari hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan di mulai saat awal hujan turun karena masih terkontaminasi polutan udara.

4. Air laut

Air laut merupakan air yang mendominasi dipermukaan bumi ini. Sebagian besar permukaan bumi ini diliputi oleh lautan. Air laut memiliki masa atau berat yang lebih rendah dibandingkan dengan masa air tawar. Hal ini disebabkan air laut memiliki kandungan garam yang lebih tinggi dibandingkan dengan air tawar. Kadar garam yang ada dalam air laut berkisar 3%. Oleh karena itu air laut tidak memenuhi persyaratan untuk air minum. Air laut tidak menutup kemungkinan untuk dijadikan sebagai sumber air baku untuk air bersih. Dalam pemrosesan yang paling sederhana untuk pemrosesannya air laut ini harus disuling terlebih dahulu (Suryadi, 2007).

3.4 Penelitian Kualitas Air

Sifat fisik air dapat dianalisa secara visual dengan panca indra yang terdapat pada diri manusia. Penganalisaan secara visual yang dapat diamati dengan panca indra adalah keruhan atau warna pada air, bau pada air dapat dirasakan langsung oleh indra perasa kita yaitu lidah. Analisa yang keluar dari panca indra manusia hanyalah bersifat sederhana dan alamiah. Panca indra kita

dapat menentukan apa saja zat terlarut didalam air dan apa saja kandungan yang ada didalam air tersebut.

Analisi kualitas air dapat dilakukan di laboratorium. Pemeriksaan dilaboratorium akan menghasilkan data yang lengkap dan kuantitatif. Pada umumnya dilaboratorium akan dilakukan pemeriksaan air dengan cara fisik dan kimiawi yang tujuannya adalah untuk mendapatkan air yang benar-benar layak untuk digunakan oleh masyarakat. Air yang layak untuk digunakan oleh masyarakat memiliki beberapa parameter yang harus diperhatikan. Parameter yang harus diperhatikan secara fisik dalam menentukan air bersih adalah (Sutrisno,dkk,2010).

1. Kekeruhan

Kekeruhan didalam air disebabkan adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton, dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis atau pencitraan pencahayaan dari suatu larutan dan absorpsi pantulan cahaya yang melaluinya. Pada umumnya air pada daerah dengan kadar lempung yang tinggi lebih terlihat keruh dibandingkan dengan air pegunungan yang masih alami dan daerah yang bertanah dengan kandungan pasirnya tinggi. Hal ini disebabkan kondisi air yang berada pada daerah tanah berlempung banyak memiliki zat yang dapat terlarut oleh air sehingga air akan menjadi keruh. Kekeruhan air sering dijumpai pada daerah hilir sungai disebabkan banyaknya larutan kotoran yang terbawa oleh air dari hulu hingga hilir sungai seperti lumpur, debu, lempung dan sebagainya.

2. Warna.

Banyak air yang didalam ini memiliki warna yang disebabkan oleh beberapa hal. Misalnya air rawa yang berwarna coklat kemerahan. Penyebabnya adalah adanya kontak antara air dan reruntuhan organik seperti daun, batang kayu, duri yang telah lama terpendam dalam tanah dan membusuk dengan tingkatan pembusukan yang berbed-beda (*Decomposition*). Air yang mengandung bahan pewarna alamiah yang berasal dari rawa dan batuan dianggap tidak mempunyai sifat-sifat yang membahayakan atau toksis. Meskipun demikian, adanya bahan-

bahan tersebut yang memberikan warna kuning kecoklatan pada air membuat air tersebut tidak disukai oleh konsumen atau masyarakat.

3. Bau dan rasa.

Adanya bau dan rasa pada air akan mengurangi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut. Bau dan rasa biasanya terjadi secara bersamaan pada air dan salah satu penyebabnya adalah bahan-bahan organik dan non organik yang membusuk seperti daun, batang pohon, limbah, jasad mahluk hidup, mikroba, dan sebagainya. Selain itu juga penyebab bau pada air bisa disebabkan oleh zat kimia *fenol*. Menurut standarisasi air bersih adalah tidak terdapat bau dan rasa didalamnya.

4. Suhu.

Suhu pada air baku sangat menentukan hasil dari proses koagulasi dalam pengolahan air. Koagulasi adalah proses pengumpulan partikel koloid karena penambahan bahan kimia seperti *aluminium sulfat* ($AL_2(SO_4)_3$). Zat koagulan yang telah tercampur dengan air akan menyebabkan reaksi kimia dan menyebabkan timbulnya flok pada air. Reaksi kimia pada pengolahan air akan terganggu jika suhu pada air terlalu tinggi. Temperatur atau suhu yang ideal untuk terjadinya proses flokulasi adalah berkisar antara $10^{\circ}C-15^{\circ}C$. Peningkatan suhu pada air baku dapat dipengaruhi oleh penyinaran matahari yang berlebihan pada lokasi *intake*. Selain penyebab perubahan suhu pada air adalah kedalaman pipa saluran air dan sumber air baku yang akan digunakan. Tidak semua standar persyaratan kualitas air minum mencantumkan suhu sebagai salah satu unsur standar.

Air bersih pada dasarnya harus terbebas dari unsur kimia yang bersifat toksin atau racun. Unsur-unsur kimia yang memiliki sifat toksin tersebut dapat mengakibatkan kerusakan dan penyakit pada tubuh mahluk hidup seperti keracunan, gatal-gatal dan sebagainya. Selain itu unsur-unsur kimia tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada saluran-saluran instalasi air bersih. Berikut ini akan dijelaskan setiap unsur yang tercantum dalam persyaratan air bersih yang akan memberikan gambaran tentang sifat pengaruh unsur-unsur tersebut dalam air (Sturisno, dkk, 2010).

1. Mangan (Mn).

Mangan adalah suatu logam rapuh berwarna kelabu keputihan yang terdapat dalam delapan bentuk oksida. *Mangan* tidak dapat larut dalam air. Sembilan puluh persen dari seluruh *Mangan* di dunia ini digunakan industry baja sebagai reagen untuk mereduksi oksigen dan sulfur. *Mangan* juga digunakan pada produksi baterai sel kering dan produksi kaliumpermanganat. Serta senyawa-senyawa lainnya, sebagai pelapis elektroda batang-batang las, senyawa-senyawa *mangan* digunakan sebagai pengering untuk minyak rami, pengelantang kaca dan tekstil, pewarna, penyamak kulit dan pembuatan pupuk. Senyawa-senyawa karbonil organik *mangan* digunakan sebagai bahan adiktif minyak, bahan bakar, inhibitorasap, dan adiktif anti knock dalam bahan bakar minyak. Kontak langsung dengan zat kimia *mangan* (Mn) dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan system saraf pusat dan paru-paru. Efek terhadap system saraf pusat (*manganisme*) ditandai dengan adanya gangguan kapasitas mental, sedangkan efek pada paru-paru yaitu *pneumonia* dan *bronchitis* akut maupun kronis terutama pada perokok yang terpapar, efek lain yaitu penurunan tekanan darah, *disproteinimia* dan gangguan reproduktif. Konsentrasi standard *mangan* (Mn) yang ditetapkan dalam air bersih tidak boleh melebihi 0,5mg/liter.

2. Tembaga (Cu).

Cu (Tembaga) merupakan salah satu unsur logam transisi yang berwarna coklat kemerahan dan merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. *Tembaga* merupakan suatu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme dalam tubuh. Dalam jumlah kecil (Cu) diperlukan untuk pembentukan-prmbentukan darah merah, namun jika (Cu) ini ada dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak pada lidah ketika air dikonsumsi. Selain itu jumlah (Cu) dalam tubuh dengan jumlah besar dapat menyebabkan kerusakan pada hati. Standar maksimal *tembaga* (Cu) yang diizinkan dalam air adalah 1,5 mg/liter.

3. Zink (Zn)

Zink adalah unsur kimia dengan lambing kimia (Zn), bernomor atom 30, dan masa atom relative 65,39 (Zn) merupakan unsur pertama golongan 12 pada

table priodik. (Zn) merupakan unsur paling melimpah ke-24 dikerak bumi. Seng merupakan zat mineral esensial yang sangat penting bagi tubuh. Terdapat skitar dua milyar orang di Negara-negara berkembang yang kekurangan asupan (Zn). Kekurangan zat ini juga dapat menyebabkan banyak penyakit seperti menyebabkan gangguan pertumbuhan, mempengaruhi pematangan seksual, mudah terkena infeksi, diare dan lainnya. Konsumsi seng (Zn) yang berlebihan dapat menyebabkan *ataksia*, lemah lesu, dan sebagainya. Kebutuhan rata-rata (Zn) bagi tubuh manusia perharinya adalah 10-15 mg. jika konsumsi (Zn) dalam sehari mencapai 675-2280 mg/liter dapat menyebabkan diare dan muntah-muntah.

4. Sulfat (SO_4)

Sulfat adalah suatu ion dari *sulfur* yang telah berkaitan dengan oksigen. Satu atom S berkaitan dengan dua atom O, dalam kaitan tersebut masih kekurangan 2 elektron lagi sehingga dilambangkan (SO_4). Senyawa *sulfat* ini mudah dijumpai di alam, seperti dalam air hujan. Senyawa *sulfat* juga berasal dari hasil buangan pabrik (limbah) kertas, tekstil (karena proses pembuatannya atau pewarnaan memakai asam sulfat) dan industry lainnya. Konsentrasi maksimal yang diterapkan untuk air bersih adalah sebesar 200-400 mg/liter. Konsumsi sulfat yang berlebihan akan menyebabkan kerusakan pencernaan dan mual-mual yang disertai muntah.

5. Chlorida (Cl)

Klor adalah unsur kimia dengan nomor atom 17 memiliki massa atom 35,453. Unsur ini bukan logam, tetapi berupa gas berwarna kuning kehijauan. *Klor* memiliki titik beku $-103^{\circ}C$ dan titik didih $-34,6^{\circ}C$. Penggunaan *klor* dan senyawanya yaitu sering digunakan sebagai bahan pemutih, *desinfektan*, obat *antiseptic*, *pestisida*, *herbisisda*, obat-obatan, makanan pelarut, bahan peledak, korek api, cat, palstik dan lainnya. Batasan konsentrasi maksimal *Chlorida* (Cl) di dalam air bersih adalah sbepsar 600 mg/liter. Kandungan *chloride* yang berlebihan dalam air akan menyebabakan rasa asin di dalam air dan kandungan yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan pada pipa air.

6. *Sulfida (H₂S)*

Sulfida merupakan gas yang sangat beracun dan memiliki bau yang tidak sedap. Sehingga keberadaan gas ini di dalam air sangat menentukan sifat fisiknya. Selain itu di dalam jumlah besar dapat mempengaruhi keasaman air dan dapat menyebabkan korosi pada pipa-pipa air bersih yang terbuat dari bahan logam. Dalam standar kualitas air bersih ditetapkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung *sulfida* (H₂S).

7. *Flourida (F)*

Flourida merupakan salah satu mineral pembentuk gigi dan tulang seperti mineral lain yaitu kalsium dan fosfor. *Flourida* dalam jumlah kecil yaitu 0,6 mg/liter dibutuhkan oleh tubuh sebagai pencegahan terhadap caries pada gigi. Sedangkan konsentrasi sebesar 1,0 mg/liter dapat menyebabkan *flourises* pada gigi, yaitu timbulnya noda-noda coklat pada gigi yang sangat sukar untuk di hilangkan. Kandungan *flourida* minimal yang ada di dalam air bersih adalah sebesar 1,0 mg/liter dan maksimal 2,0 mg/liter.

8. *Amonia (NH₃⁺)*

Ammonia adalah senyawa nitrogen dan hydrogen yang memiliki aroma tajam dengan bau yang khas. Sebuah molekul *ammonia* terbentuk dari ion nitrogen bermuatan negative dan tiga ion hydrogen bermuatan positif, dan karena itu secara kimia dipersentasikan sebagai NH₃ (rumus kimia *amonia*). *Ammonia* dapat terjadi secara alami dan dapat diproduksi bahan organik. Metode alami produksi *ammonia* melibatkan serangkaian proses kimia yang menggabungkan secara bersama-sama ion nitrogen dan hydrogen. Dengan adanya kandungan *amonia* ini didalam air bersih akan mengurangi penerimaan masyarakat terhadap air ini. Kandungan *ammonia* yang diperbolehkan di dalam air bersih adalah sebesar 20 mg/liter.

9. *Nitrat (NO₃⁻)*

Adanya *nitrat* dalam air adalah berkaitan erat dengan siklus nitrogen dalam alam. Dalam siklus tersebut dapat diketahui bahwa *nitrat* dapat terjadi baik dari (N₂) atmosfer maupun dari pupuk-pupuk (*fertilizer*) yang digunakan dan dari oksidasi NO₂- oleh bakteri dari kelompok *nitrobacter*. Konsentrasi *nitrat* didalam

air yang melebihi 45 mg/liter dalam penggunaan sehari-harinya tidak boleh berlebihan terutama penggunaan untuk balita. Jumlah *nitrat* yang besar didalam usus dapat berubah menjadi *nitrit* yang dapat bereaksi langsung dengan *hemoglobin* dalam darah dan membentuk *methaemoglobine* yang dapat menghalangi suplay oksigen didalam tubuh. Menurut departemen kesehatan republic Indonesia kandungan *nitrat* yang diperbolehkan dalam air minum adalah sebesar 20 mg/liter.

10. Nitrit (NO_2^-)

Nitri dalam alam yang pada akhirnya akan sampai juga ke perairan dapat terbentuk daik dari proses oksidasi *ommonia* (NH_3) oleh bakteri nitrosomonas dalam kondisi aerob. Selain itu *nitrit* dapat terbentuk akibat adanya reduksi *nitrat* (NO_3). Efek terhadap kesehatan manusia yang dapat ditimbulkan oleh kandungan *nitrit* ini adalah terbentuknya *methaemoglobinyang* dapat menghambat peredaran oksigen dalam tubuh, selain itu *nitrit* dalam air juga dapat mengakibatkan *blue bies* pada bayi. Nitrit adalah zat yang bersifat racun sehingga standar persyaratan kualitas air minum tidak memperbolehkan adanya *nitrit* didalam air bersih.

11. Derajat kesamaan (pH)

pH (*Power Of Hydrogen*) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu alrutan. Dalm pemerosesan air baku menjadi air bersih pH merupakan suatu factor yang harus dipertimbangkan mengingat bahwa derajat kesamaan dari air baku akan sangat mempengaruhi aktifitas pengolahan yang akn dilakukan, misalnya dalam proses kogulasi, desinfeksi, pelunakan air (*water softening*) dan dalam pencegahan korosi. pH dengan kadar lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa instalasi.

12. Zat organik (sebagai $KMnO_4$)

Zat organik yang terdapat didalam air bias berasal dari alam, sintesis, dan fermentasi. Sumber utama dari zat organic adalah bahan-bahan dari kegiatan rumah tangga dan proses-proses industri, selain itu bidang pertanian, peternakan, dan pertambangan juga tidak menutup kemungkinan untuk menjadi sumber zat

organik. Adanya zat organik ini didalam air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Standar kandungan bahan organik dalam air minum menurut Dep. Kes. R. I adalah maksimal sebesar 10 mg/liter.

13. Karbon Dioksida (CO_2)

Pada umumnya CO_2 yang terdapat dan pada air berasal dari udara dan hasil dari dekomposisi zat organik. Penyimpangan terhadap standar konsentrasi maksimal CO_2 dalam air akan menyebabkan terjadinya korosifitas pada pipa-pipa air yang berbahan logam.

14. Kesadahan (*Total Hardness*)

Kesadahan dalam air sebagian besar adalah berasal dari kontakannya air dengan tanah. Secara global air adalah berasal dari daerah dengan lapisan tanah atas (*Top Soil*) tebal mengandung batu kapur. Kesadahan pada air dapat menyebabkan sabun pembersih tidak dapat berfungsi secara maksimal, seperti sabun tidak akan mengeluarkan busa, terdapatnya kerak-kerak pada ketel pemanas air ketika dipakai pada air yang mengandung kesadahan tinggi. Batas kesadahan air yang diperbolehkan adalah berada pada rentang 5-10°C.

15. *Calcium* (Ca)

Calcium merupakan salah satu komponen yang menyebabkan kesadahan pada air. *Calcium* yang terdapat dalam air sangat diperlukan untuk tubuh terutama untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Oleh karena itu untuk menghindari efek dari terlalu tinggi atau terlalu rendahnya kadar *calcium* dalam air ditetapkan standar persyaratan konsentrasi (Ca) sebesar 75-200 mg/liter.

16. *Magnesium* (Mg).

Magnesium juga salah satu factor penyebab kesadahan pada air. Dalam jumlah kecil *magnesium* sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang. Namun jika kandungan *magnesium* dalam air melebihi 150mg/liter jika dikonsumsi akan menyebabkan rasa mual dan muntah-muntah.

17. Besi (*Fe*).

Zat besi merupakan suatu unsur yang penting dan sangat berguna untuk metabolisme tubuh makhluk hidup terutama manusia. Tubuh manusia pada umumnya memerlukan 7-35 mg perhari. Sedangkan kandungan zat besi (Fe) yang melebihi

2mg/liter akan menimbulkan bercak-bercak atau noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Selain itu kandungan zat besi yang berlebihan pun didalam air dapat menyebabkan adanya bau dan rasa pada air berwarna kemerahan. Standar yang diperbolehkan adanya zat besi didalam air pada rentang 0,1mg/liter – 1,0mg/liter.

18. *Phenolik (Phenol)*.

Phenol dalam bahasa sehari-hari sering disebut juga dengan asam karbol. *Phenol* sering digunakan sebagai zat yang mampu membunuh kuman dan bakteri. *Phenol* pada kadar 500mg/liter akan menjadi sumber makanan bagi bakteri, sedangkan jika kadar *phenol* sudah mencapai lebih dari 500mg/liter zat ini akan membunuh kuman tersebut. Kandungan *phenol* yang diperbolehkan dalam air bersih adalah maksimal sebesar 0,002mg/liter.

19. *Arsen (As)*

Persenyawaan arsen termasuk salah satu racun sistemik yang paling penting dan dapat berakumulasi atau menumpuk dalam tubuh manusia. *Arsen* yang telah menumpuk dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kanker kulit, kerusakan hati, dan empedu. Menurut standar kualitas air minum yang ditetapkan kandungan maksimal *arsen* dalam air bersih berada pada konsentrasi 0.005mg/liter.

20. *Timbal (Pb)*

Timbal banyak digunakan dalam industry-industri baterai dan cat. *Timbal* merupakan logam berat yang beracun. Adanya *timbal* dalam tubuh manusia dengan kadar yang tinggi dapat menyebabkan gangguan-gangguan fungsi enzim dan dapat merusak fungsi saraf pusat. *Timbal* dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui makanan yang dikonsumsi, air, udara, dan asap rokok. Konsentrasi maksimal *timbal* yang ada didalam air bersih menurut Dep.Kes.RI adalah sebesar 0,10 mg/liter atau dalam setiap 1 liter air kadar *timbal* maksimal yang diperbolehkan adalah sebesar 0,10 mg.

21. *Selenium (Se)*

Selenium merupakan unsur yang sangat langka dan jarang dijumpai. Namun walaupun jarang dijumpai selenium ini dengan jumlah 3-4

mg/kilogram makanan merupakan racun yang dapat menyebabkan keracunan atau kerusakan pada hati, ginjal dan limpa manusia dan hewan. Selain itu selenium dengan konsentrasi yang melebihi standar dapat menyebabkan *carises* gigi pada anak-anak. Standar konsentrasi maksimal yang diperbolehkan adalah sebesar 0,01mg/liter.

22. *Chromium (Cr)*

Kandungan *chromium* (Cr) ini yang terdapat dalam air bersih tidak memiliki efek positif terhadap kesehatan tubuh manusia. Kandungan *Chromium* (Cr) di dalam air yang melebihi batas standar jika di konsumsi oleh manusia dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kanker kulit dan kerusakan organ-organ pernafasan. Konsentrasi maksimal yang diperbolehkan oleh Dep.Kes.RI adalah sebesar 0.005mg/liter.

23. *Cyanida (CN)*

Konsentrasi *Cyanide* (CN) didalam air bersih yang melebihi standar yang telah ditetapkan dapat menyebabkan gangguan metabolisme tubuh terutama metabolisme oksigen. Selain itu konsentrasi yang berlebihan *Cyanida* (CN) ini dapat juga menyebabkan kerusakan pada hati. Konsentrasi *Cyanida* (CN) yang diperbolehkan dalam air minum adalah sebesar 0,05mg/liter.

24. *Cadnium (Cd)*.

Mengonsumsi air minum dengan konsentrasi *Cadnium* (Cd) yang melebihi standar yang telah ditetapkan akan menyebabkan batu ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi haemoglobin, dan meniggalkan noda pada gigi. Konsentrasi standar maksimum yang diperbolehkan untuk *Cadnium* (Cd) dalam air bersih menurut Dep.Kes.RI adalah sebebsar 0,01mg/liter.

25. *Zat padat/jumlah (Total Solid)*.

Zat padat atau solid adalah bahan yang tertinggal sebagai resedu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103°C-105°C. Tinggi besarnya angka total solid merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk digunakan. Kandungan maksimal total solid pada air bersih adalah sebesar 1500mg/liter.

26. Air raksa (*hg*).

Kandungan air raksa dalam air minum pada konsentrasi yang melebihi standar maksimal yang telah ditetapkan akan dapat meracuni sel-sel tubuh, hati, ginjal, susunan syaraf, dan keterbelakangan mental pada bayi. Konsentrasi air raksa (*hg*) maksimum yang diizinkan air bersih adalah sebesar 0,001mg/liter.

Selain zat-zat kimia diatas kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) yang diperbolehkan menurut peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 untuk air bersih adalah sebesar 500 mg/liter, dan *Chlorin* atau gas *Chlor* yang diperbolehkan adalah sebesar 5 mg/liter, sedangkan untuk kadar kekeruhan atau *Turbidity* adalah sebesar 5 NTU.

3.5 Pengolahan Air Baku

Tidak semua air tersedia di alam ini dapat dikonsumsi langsung oleh makhluk hidup. Untuk dapat dikonsumsi air yang tersedia di alam ini harus diproses terlebih dahulu. Pengolahan air minum merupakan upaya untuk mendapatkan air yang bersih dan sehat sesuai dengan standar mutu air untuk kesehatan. Standar baku mutu air minum ditetapkan berdasarkan peraturan menteri kesehatan RI No.01 tahun 1975 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Proses pengolahan air minum merupakan proses perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi air baku agar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air minum (Kusnaedi, 2006)

Pengolahan air dapat dilakukan secara individu maupun bersama-sama (kolektif). Dengan berkembangnya penduduk yang semakin pesat pada umumnya pengolahan air dilakukan atau di kelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Selain menangani pengolahan air di mulai dari air baku hingga menjadi air bersih dan memenuhi standar PDAM juga melakukan proses pendistribusian air yang sudah bersih ke rumah-rumah penduduk atau pelanggan.

3.5.1 Proses Pengolahan Air Dengan Cara Penyaringan (Filtrasi).

Penyaringan merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan. Proses penyaringan merupakan cara awal (*Primary Treatment*).

Bahan padatan pada umumnya dapat dilihat secara langsung seperti potongan kayu atau potongan benda-benda lainnya. Bahan padatan dapat disaring secara kasar atau sedang melalui proses awal (*Primary Treatment*). Apabila air baku yang akan disaring berupa air yang mengandung butiran halus atau bahan-bahan yang larut maka sebelum proses penyaringan dilakukan sebaiknya dilakukan proses koagulasi atau netralisasi terlebih dahulu yang menghasilkan endapan. Dengan demikian bahan-bahan tersebut dapat dipisahkan dari cairan melalui filtrasi. Menurut tipenya saringan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu (Kunaedi, 2006)

- a. *Single medium* yaitu saringan untuk menyaring air yang mengandung padatan dengan ukuran seragam.
- b. *Dual medium* yaitu saringan untuk menyaring air limbah yang didominasi oleh dua ukuran padatan.
- c. *Three medium* yaitu saringan untuk menyaring air limbah yang mengandung ukuran padatan dengan ukuran beragam.

3.5.2 Proses Pengolahan Air Baku Dengan Cara Pengendapan (Sedimentasi)

Sedimentasi merupakan proses pemurnian air dengan cara pengendapan bahan padat yang terdapat dalam air baku. Proses sedimentasi bias terjadi apabila zat yang terlarut didalam air baku memiliki masa yang lebih berat dari masa air baku. Sehingga dengan sendirinya zat yang terlarut didalam air baku akan mengendap dan terpisah dari air.

Proses penengendapan ada yang bias terjadi langsung, tapi ada juga yang memerlukan proses pendahuluan seperti koagulasi, atau reaksi kimia. Prinsip sedimentasi adalah pemisahan bagian padat dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga bagian yang padat dan memiliki masa yang lebih berat dari air berada di dasar kolam pengendapan sedangkan air akan berada di atasnya. Contoh dari pemurnian air dengan sedimentasi adalah pasir dan batu kecil yang terangkut kedalam kolam pengendapan dengan sendirinya akan tenggelam ke dasar kolam dan terpisah dari air. Begitu juga halnya dengan partikel-partikel lain dengan masa tenggelam kedalam dasar kolam pengendapan dan terpisah dari air. Semakin besar

perbedaan masa benda partikel yang terlarut didalam air baku akan semakin cepat mengalami sedimentasi. Sedangkan jika masa suatu benda atau partikel yang terlarut didalam air baku semakin mendekati dengan masa air maka proses sedimentasi akan semakin lambat.

Pengendapan dapat dibedakan menjadi 4 bagian (Kawamura, 1991)

1. Pengendapan tipe 1 (*Free Settling*).

Pengendapan tipe 1 adalah pengendapan dari partikel diskrit yang bukan merupakan flok. Contoh dari pengendapan tipe 1 adalah pengendapan benda pasir, batu halus, dan lainnya yang bukan merupakan hasil dari flokulasi. Material ini biasanya terbawa oleh pompa air baku atau pompa *intake*.

2. Pengendapan tipe 2 (*Flocculent Settling*).

Pengendapan tipe 2 adalah pengendapan yang merupakan partikel-partikel yang berupa flok pada suatu suspensi. Flok bias terjadi karna adanya pencampuran zat-zat koagulasi dengan air yang memiliki kadar asam atau kekeruhan (*Turbidity*).

3. Pengendapan tipe 3 (*Zone Hindered Settling*).

Pengendapan ini adalah pengendapan dari partikel dengan konsentrasi sedang partikel-partikel tersebut sangat berdekatan sehingga gaya antar partikel mencegah terjadinya pengendapan dari partikel disekelilingnya. Partikel-partikel tersebut pada posisi yang tetap satu sama lain dan semua mengendap dengan kecepatan konstan.

4. Pengendapan tipe 4 (*Compression Settling*).

Pengendapan ini adalah pengendapan dari partikel yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel saling bersentuhan satu sama lainnya dan pengendapan hanya bias terjadi dengan cara melakukan kompresi terhadap masa tersebut.

3.5.3 Pengolahan Air Dengan Cara (Absorpsi)

Absorpsi merupakan proses penyerapan bahan-bahan tertentu. Dengan penyerapan tersebut air menjadi jernih karena zat-zat di dalamnya di ikat oleh absorben. Absorpsi umumnya menggunakan bahan absorben dari karbon aktif.

Pemakaiannya dengan cara membubuhkan karbon aktif bubuk ke dalam air baku atau dengan cara menyalurkan air melalui saringan yang media terbuat dari karbon aktif kasar (Kusnaedi, 2006)

3.5.4 Pengolahan Air Dengan Cara Penggumpalan (Koagulasi)

Koagulasi adalah merupakan proses penggumpalan melalui reaksi kimia. Reaksi koagulasi dapat berjalan dengan membubuhkan zat pereaksi (koagulasi) sesuai dengan zat yang terlarut. Koagulan yang banyak digunakan adalah kapur, tawas, dan kaporit. Banyaknya koagulan tergantung pada jenis dan konsentrasi ion-ion yang larut dalam air baku. Untuk mempercepat proses koagulasi dalam air sebaiknya dilakukan pengadukan dengan *mixer statis* maupun rapid mixer. Pada PDAM biasanya proses koagulasi dalam bak pengendapan yang panjang dan berkeluk-luk dengan kecepatan aliran yang konstan sehingga pembentukan gumpalan dapat terjadi dengan sempurna.

3.5.5 Proses Pengolahan Air Dengan Cara Aerasi

Aerasi merupakan suatu system oksigenasi melalui penangkapan (O_2) dari udara pada air baku yang akan di proses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar (O_2) di udara dapat bereaksi dengan kation yang ada didalam air air baku. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap.

Proses *aerasi* terutama untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan magnesium (Mg). kation (Fe^{2+}) atau (Mg^{2+}) bila disebarkan ke udara akan membentuk oksidasi (Fe_2O_3) dan (MgO). Proses aerasi harus diikuti oleh proses filtrasi atau pengendapan.

3.5.6 Pengolahan Air Dengan Cara Mikro Biologi

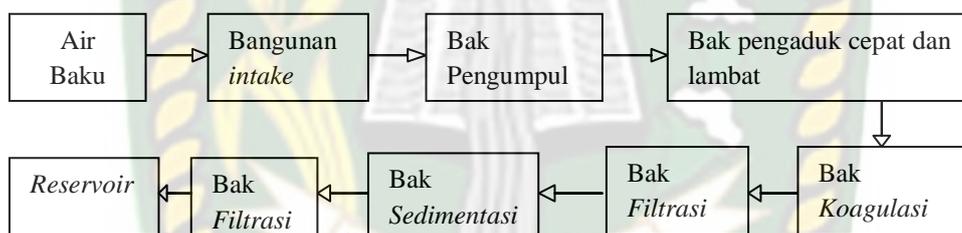
Upaya memperbaiki mikro biologi air minum yang paling konvensional dan paling sering dilakukan oleh masyarakat banyak adalah dengan cara mikro organisme yang ada di dalam air. Proses ini biasa dilakukan sekaligus dengan proses koagulasi ataupun dengan cara praktek sederhana dengan cara mendidihkan air sehingga mencapai suhu $100^\circ C$. Banyak kita jumpai ketika air

baku telah di didihkan atau di rebus dan kemudian didiamkan beberapa saat maka dapat kita lihat pada dasar panis tempat kita merebus air baku tersebut terdapat endapan. Dengan demikian proses perebusan selain mematikan mikrobiologi yang terdapat didalam air baku juga dapat mengendapkan kotoran yang ada didalam air tersebut.

Pengolahan air sangat membutuhkan ketepatan dalam pemerosesnya. Semakin kompleks keadaan air baku yang akan di olah maka proses pengolahannya pun harus semakin teliti dan tepat dalam menggunakan alat dan bahan dalam pemurnian air tersebut.

3.6 Unit Pengolahan Air Baku

Unit pengolahan air baku terdiri dari bangunan penangkapan air (*Intake*), bak pengumpul air baku, bak pengaduk cepat dan lambat, bak koagulasi, bak flokulasi, bak sedimentasi, bak filtrasi, dan *reservoir* (Kawamura,1991).



Gambar 3.1 Hubungan Unit Dalam Pengolahan Air Baku (Kawamura,1991)

1. Bangunan penangkap air (*Intake*).

Bangunan penangkap air (*Intake*) merupakan bangunan penangkap atau pengumpul air baku dari suatu sumber sehingga air baku tersebut dapat dikumpulkan dalam suatu wadah untuk selanjutnya dipompa ke instalasi pengolahan Air (IPA) untuk di olah. Uinit berfungsi:

- a. Mengumpulkan air dari sumber untuk menjaga kualitas debit air yang dibutuhkan oleh instalasi pengolahan Air (IPA)
- b. Menyaring benda-benda kasar dengan menggunakan *barscreen*.
- c. Mengambil air baku sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi Pengolahan Air (IPA) yang direncanakan demi menjaga kontinuitas penyediaan dan pengambilan air dari sumbernya.

2. Bangunan pengaduk cepat dan lambat.

Tipe alat yang bias digunakan untuk memperoleh intensitas pengadukan dan gradient kecepatan yang tepat bias diklafisikasikan sebagai berikut (Kawamura,1991)

a. Pengaduk mekanis

Pengaduk secara mekanis adalah metode yang paling umum digunakan karena metode ini dapat diandalkan, efektif, dan fleksibel dalam pengeporasiannya.

b. Pengaduk *pneumatis*.

Pengaduk tipe ini menggunakan tangki dan peralatan *aerasi* yang mirip dengan alat yang digunakan dalam pengolahan lumpur aktif. Rentang waktu dan *gradien* kecepatan yang digunakan sama dengan pengadukan secara mekanis.

c. Pengaduk *Hidrolis*.

Pengadukan secara hidrolis dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain dengan menggunakan *buffle basin*, *weir*, *flume*, dan loncatan *hidrolis*. Hal ini dapat dilakukan karena masing-masing alat tersebut menghasilkan aliran yang turbulen karena terjadi perubahan arah aliran secara tiba-tiba.

3. Bak *koagulasi*.

Koagulan adalah zat kimia yang berfungsi membentuk flok pada air. Sesuai dengan namanya unit ini berfungsi untuk menumbuhkan *koagulan* secara teratur sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Pembubuhan *koagulan* kedalam air yang akan di proses memiliki dua cara yaitu secara grafitasi dan dengan cara di pompa (*injection*) dengan menggunakan pompa dari lokasi zat koagulan ke lokasi *koagulasi* dengan media pipa. Tujuan dari *koagulasi* dan *flokulasi* adalah untuk mengubah partikel-partikel kecil seperti warna dan kekeruhan yang terlarut didalam air menjadi *flok* yang lebih besar. Secara teknis

koagulasi berlaku untuk menyisahkan dari partikel *koloid* yaitu partikel yang biasanya berukuran 0,001-1 μm seperti asam humus, tanah liat, virus dan protein.

4. Bak *Flokuasi*

Bangunan ini berfungsi untuk membentuk partikel-partikel kecil yang terlarut didalam air agar menjadi padat dan lebih besar sehingga mudah untuk mengalami proses pengendapan.

5. Bak pengendap (*sedimentasi*).

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan Air (IPA).

6. Bak Saringan (*filtrasi*).

Setelah proses *sedimentasi*, proses selanjutnya adalah *filtrasi*. Unit *filtrasi* ini, sesuai dengan namanya, adalah untuk menyaring dengan media berbutir atau berongga. Media berbutir ini biasanya terdiri dari antrasit, pasir silica, dan kerikil silica, dengan ketebalan berbeda. Proses *filtrasi* ini dilakukan secara grafitasi.

7. *Reservoir*

Reservoir adalah tempat penyimpanan air yang berlokasi pada instalasi pengolahan. Air yang telah diolah disimpan pada tangki ini untuk kemudian ditransfer ke system distribusi. Desain dari *reservoir* meliputi pemilihan ukuran dan bentuknya. *Reservoir* terdiri dari dua jenis yaitu *ground storage reservoir* dan *elevated storage reservoir*. *Ground storage reservoir* biasa digunakan untuk menampung air dengan kapasitas lebih besar dan membutuhkan pompa dalam pengoperasiannya. Sedangkan *elevated storage reservoir* menampung air dengan kapasitas relative lebih kecil dibanding *ground storage reservoir* dan didalam pengoperasiannya dalam pendistribusian dilakukan dengan gravitasi. Untuk menentukan kapasitas volume bangunan *reservoir* yang berbentuk persegi empat atau balok dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut (Sudarto, 2000).

$$V = p \times l \times t' \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan : v : volume (m^3)

p : panjang bangunan balok (m^2)

L : lebar bangunan (m)

t : tinggi bangunan balok (m^3)

3.7 Penggunaan Air Baku Untuk Air Bersih

Sesuai dengan peraturan pemerintah Republik Indonesia No.82 tanggal 14 Desember tahun 2001 tentang kualitas pengolahan air dan pengendalian pencemaran air ditetapkan menjadi empat golongan yaitu sebagai berikut :

1. Kelas I diperuntukkan sebagai air baku untuk air minum.
2. Kelas II diperuntukkan untuk semua rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, perternakan, air untuk mengairi pertamanan.
3. Kelas III diperuntukkan untuk ikan air tawar, perternakan, air untuk mengairi pertamanan dan atau di peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV diperuntukkan untuk mengairi pertamanan dan atau diperuntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sebagian besar (97%) air di dunia ini di temukan dalam bentuk air asin yang berasal dari lautan. Sedangkan air tawar yang merupakan kebutuhan manusia didunia ini ketersediaannya tidak lebih dari (1%). Gambaran secara global penyebaran air di bumi adalah sebagai berikut (Asdak, 2007)

Tabel 3.2 Persentase Ketersediaan Air di Bumi (Asdak,2007)

Kategori			
Air Asin	Persentase	Air Tawar	Persentase
Laut	97,03	Air Es (<i>Glacier</i>)	2,14
Danau	0,01	Akifer	0,61
		Kelembahan Tanah	0,005

		Atmosfer	0,001
		Danau	0,009
		Sungai	0,0001
Total = 100%			

3.8 Pompa Air (*Water Pump*).

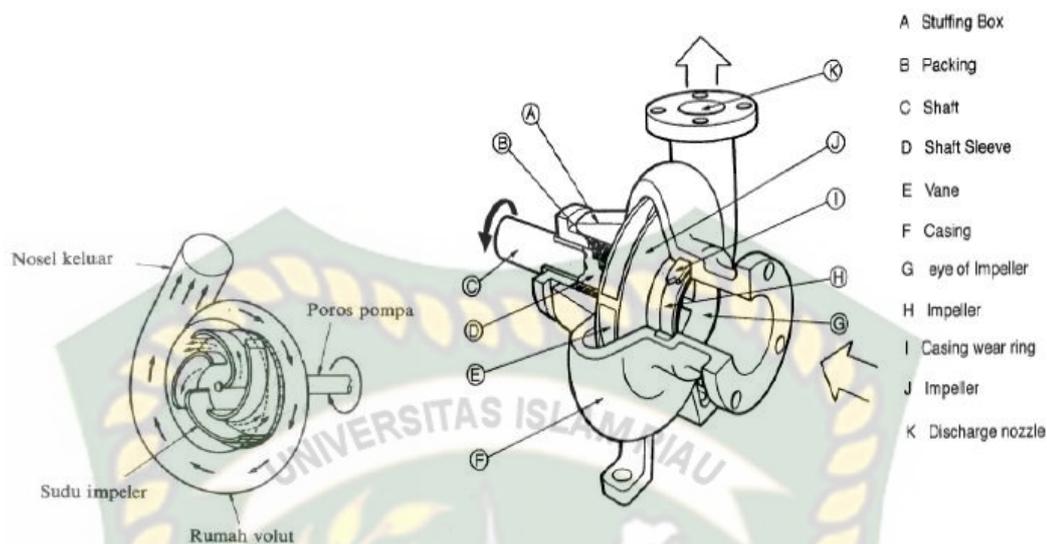
Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan atau mengalirkan serta dapat pula menyirkulasikan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan dan kecepatan melalui *impeller* maupun gerak *piston* (torak), (Kamaluni,2008).

Pada dasarnya *fluida* cair akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah karena adanya pengaruh gaya tarik bumi (Gravitasi). *Fluida* cair yang di tempat lebih tinggi akan mempunyai energy potensial lebih cair dibanding *fluida* cair yang berada di tempat yang lebih rendah. Jika *fluida* cair mempunyai tekanan yang sama pada suatu tempat maka *fluida* cair tersebut tidak akan bias mengalir, (kamaluni,2008).

Untuk memindah *fluida* cair tersebut maka diperlukan pompa. Pompa akan menambah tekanan *fluida* cair sehingga dapat mengatasi gaya potensial dan *fluida* cairpun akan dapat dialirkan.

3.8.1 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang headnya dibentuk oleh gaya sentrifugal maupun gaya angkat (*lift*) yang ditimbulkan oleh sudu-sudu berputar. Pompa ini dapat diperlihatkan dalam gambar di bawah ini. Pompa sentrifugal mempunyai sebuah baling-baling (*impeller*) untuk mengangkat air dari tempat lebih rendah ke tempat lebih tinggi.



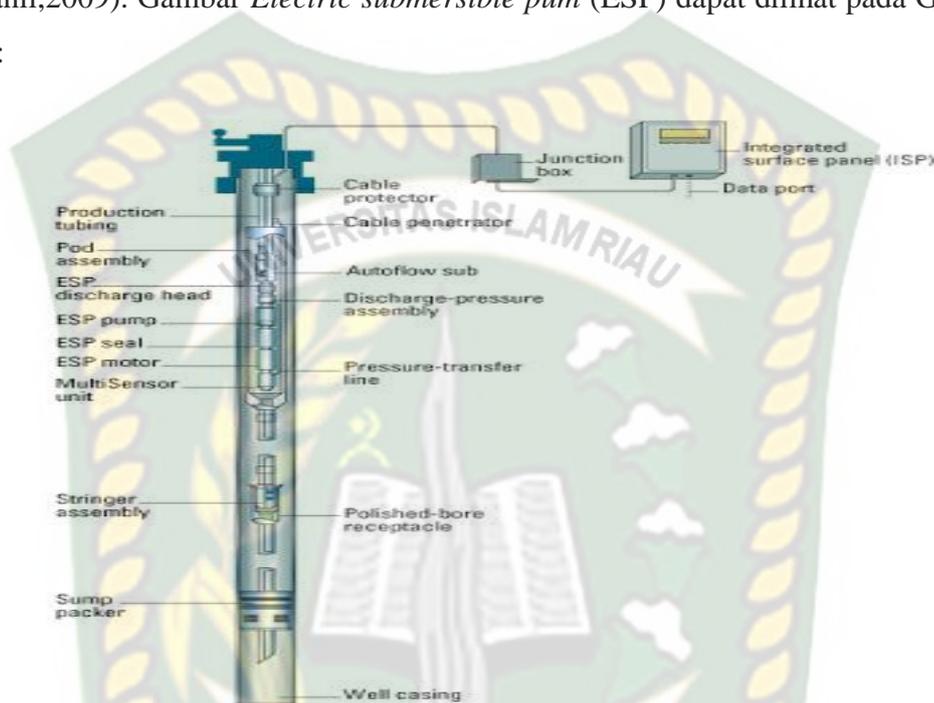
Gambar 3.8 Pompa Sentrifugal (Anonymous, 2017)

Daya dari luar di berikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* pompa. Maka zat cair yang ada didalam *impeller* oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah *impeller* keluar melalui saluran di antara sudu-sudu. Disinilah *head* tekanan zat cair menjadi lebih tinggi demikian pula *head* kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari *impeller* ditampung oleh saluran berbentuk *volute* (*spiral*) dikelilingi *impeller* dan disalurkan ke luar pompa melalui *nosel*. Di dalam *nosel* ini sebagian *head* kecepatan aliran diubah menjadi *head* tekan. Jadi *impeller* pompa berfungsi untuk memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar. Dari uraian di atas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk poros menjadi energy *fluida*. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan *head* tekan, *head* kecepatan, *head* potensial, pada zat cair yang mengalir secara *kontinyu*.

3.8.2 *Electric Submersible Pum*(ESP)

Electric submersible (ESP) merupakan pompa jenis khusus yang dipasang terbenam dibawah permukaan *fluida*. ESP adalah pompa *centrifugal* yang terdiri

susunan beberapa *stage* atau tingkatan yang dipasang pada poros pompa. Satu *stage* atau tingkat terdiri dari suatu *impeller* dan satu *diffuser*. *Impeller* yang berputar akan mengangkat *fluida* sedangkan *diffuser* akan mengarahkan *fluida* ke atas atau ketinggian berikutnya dan seterusnya hingga *impeller* yang terakhir (Danil,2009). Gambar *Electric submersible pum* (ESP) dapat dilihat pada Gambar 3.9:



Gambar 3.9 *Electric Submersible pum* (ESP) (Anonymous, 2017).

Untuk mendapatkan kapasitas pemompaan pada pompa yakni dengan memakai persamaan berikut ini (Pardyono, 2011).

Kapasitas Pompa (K_p):

$$K_p = Q_p.t.n \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

- K_p : Kapasitas pompa (lt/hari)
- Q_p : Debit pemompaan (lt/hari)
- t : Waktu (dt/hari)
- n : Jumlah pompa

Adapun untuk menghitung jangka waktu atau durasi dalam proses penyaluran air bersih untuk pemenuhan kebutuhan yang didistribusikan yaitu dapat di analisa dengan menggunakan persamaan berikut (Pardyono, 2011).

$$T_p = \frac{P}{Q_p \cdot n} \cdot t \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan:

T_p : Durasi pemompaan (jam)

P : Kebutuhan air bagi penduduk pada tahun perkiraan (Liter)

Q_p : Debit pemompaan (lt/dt)

n : Jumlah pompa (unit)

t : Waktu (dt)

