BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air bersih

2.1.1 Definisi Air Bersih

Air merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Selain untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti minum, memasak, mencuci, mandi dan sanitasi, air juga di butuhkan dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan pada aktivitas ekonomi dan sosial, seperti industri, rumah sakit, perhotelan, perdangang, perkantoran, dan pendidikan (sekolah). Jumlah kebutuhan air bersih, bergantung pada jenis aktivitas yang bersangkutan.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 41 6/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat di minum apabila setelah di masak. Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya, yaitu antara lain:

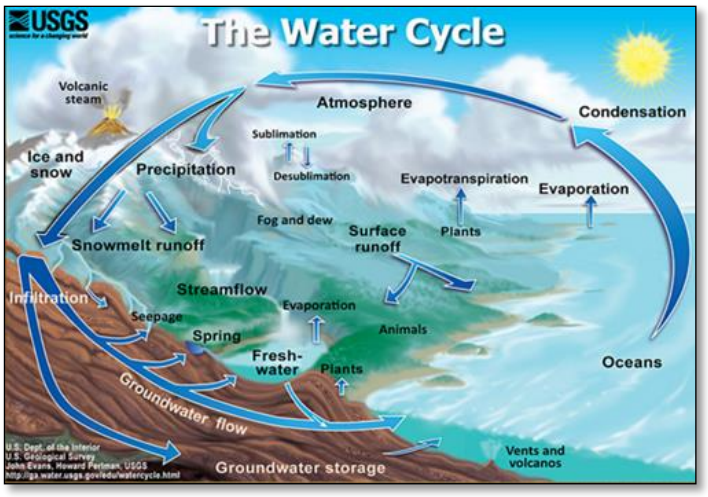
1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
3. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha diperkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air.

Air yang peruntukan bagi manusia termasuk dalam golongan A dan B, untuk golongan B harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum di konsumsi oleh manusia, serta air yang di konsumsi manusia berasal dari sumber air yang bersih untuk golongan A. Adapun batasan-batasan air yang perlu diperhatikan untuk di konsumsi manusia antara lain:

a. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit.
b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
c. Tidak berasa dan berbau.
d. Dapat dipergunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan nondomesti

2.1.2 Sumber air

(Sutrisno dkk, 2010,p.12) menyatakan bahwa, pada prinsipnya jumlah air dipermukaan bumi ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan "*cyclus hidrologie*". Seperti yang pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi
Sumber: Aqua.com

Dengan adanya penyinaran matahari, maka semua air yang ada dipermukaan bumi akan menguap dan membentuk uap air. Karena adanya angin, maka uap air ini akan bersatu dan berada di tempat yang tinggi yang sering dikenal dengan nama awan. Oleh angin awan ini akan terbawa makin lama makin tinggi di mana temperatur di atas makin rendah, yang menyebabkan titik-titik air akan jatuh ke bumi sebagai hujan. Berikut adalah sumber-sumber air:

1. Air laut, mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl dalam air laut sebesar 3%. Dengan keadaan ini maka air laut tak memenuhi syarat sebagai air minum.
2. Air atmosfir, dalam keadaan murni sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang di sebebkan oleh kotoran-kotoran industri, debu dan sebaginya. Maka menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran.
3. Air permukaan, adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirnya, misal oleh lumpur sampah dll. Air permukaan ada 2 macam yaitu, air sungai

dan air rawa. Pada dasarnya air permukaan ini harus melalu proses pengolahan terlebih dahulu sebelum di konsumsi.

4. Air tanah, air tanah di bagi menjadi 3 bagian yaitu:
    a. Air tanah dangkal, terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah dangkal ini jenih teteapi banyak mengandung bahan kimia.
    b. Air tanah dalam, pada umumnya air tanah dalam lebih baik dari pada air tanah dangkal, karena penyaringan lebih sempurna dan bebas bakteri.
    c. Mata air, adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah, serta kualitasnya sangat bagus.

2.2 Baku Mutu Air

Air bersifat universal dalam pengertian bahwa air mampu melarutkan zat-zat yang alamiah dan buatan manusia. Untuk menggarap air alam, meningkatkan mutunya sesuai tujuan, pertama kali harus diketahui dahulu kotoran dan kontaminan yang terlarut di dalamnya. Pada umumnya kadar kotoran tersebut tidak begitu besar.

Dengan berlakunya baku mutu air untuk badan air, air limbah dan air bersih, maka dapat dilakukan penilaian kualitas air untuk berbagai kebutuhan. Pada Indonesia ketentuan mengenai standar kualitas air bersih mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 416 tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan pengawasan kualitas air bersih. Berdasarkan SK Menteri Kesehatan 1990 Kriteria penentuan standar baku mutu air dibagi dalam tiga bagian yaitu:

1. Persyaratan kualitas air untuk air minum.
2. Persyaratan kualitas air untuk air bersih.
3. Persyaratan kualitas air untuk limbah cair bagi kegiatan yang telah beroperasi.

Karena lokasi studi berada pada area Provinsi Jawa Timur maka, berdasarkan Peraturan Daerah Provonsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengololaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur Pasal 13 mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air. Klasifikasi mutu air di teteapkan menjadi 4 golongan kelas antara lain:

1. Kelas Satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2. Kelas Dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air untuk mengairi petanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas Tiga, air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas Empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sebagai parameter kualitas air baku yang akan di olah menjadi air minum atau air baku, sesuai dengan Perda Provinsi Jawa Timur nomer 2 tahun 2008 menetapkan mengenai standar kualitas air bersih dapat di lihat pada Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Baku pada halaman selanjutnya.

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Baku

BAKU MUTU AIR			
PERATURAN DAERAH PROVINSI JAWA TIMUR			
No.	Parameter	Satuan	Batas Mks.
FISIKA			
1	Temperatur Laboratorium	oC	deviasi 3
2	Residu Terlarut	mg/lt	1000
3	Residu Tersuspensi	mg/lt	50
4	Kekeruhan	NTU	5
KIMIA ORGANIK			
1	pH Laboratorium	mg/lt	6 sampai 9
2	BOD	mg/lt	2
3	COD	mg/lt	10
4	DO	mg/lt	6
5	Total Fosfat Sebagai P	mg/lt	0,2
6	Nitrat, sbg (NO3)	mg/lt	10
7	Amoniak (NH3)	mg/lt	0,5
8	Kadmium (Cd)	mg/lt	0,01
9	Krom heksavalen (Cr)	mg/lt	0,05
10	Tembaga (Cu)	mg/lt	0,2
11	Besi (Fe)	mg/lt	0,3
12	Timbal (pb)	mg/lt	0,003
13	Mangan (Mn)	mg/lt	0,1
14	Raksa (Hg)	mg/lt	0,001
15	Seng (Zn)	mg/lt	0,05
16	Klorida (Cl)	mg/lt	600
17	Sianida (CN)	mg/lt	0,02
18	Flourida (F)	mg/lt	0,5
19	Nitrit Sbg N (NO2)	mg/lt	0,06
20	Sulfat (SO4)	mg/lt	400
21	Khlorin bebas	mg/lt	0,03
22	Belerang sbg H2S	mg/lt	0,002
KIMIA ORGANIK			
23	Minyak dan Lemak (M/L)		1000
24	Deterjen sebagai MBAS		200
25	Senyawa Fenol sbg fenol		1

Sumber: PDAM Kab. Gresik

Berikut ini adalah beberapa keterangan mengenai parameter-parameter yang terdapat dalam air baku dan efek yang di timbulkan antara lain:

- Bau dan Rasa

  Bau dan rasa dalam air dapat di sebabkan oleh berbagai jenis material yang masuk ke dalam air berbagai jenis antara lain yaitu, zat organik dan garam-garam anorganik atau gas terlarut. Zat anorganik berasal dari berbagai sumber seperti,

kegiatan pertanian, industri. Sedangakan untuk sumber organik adalah tanaman yang terbuang dalam aliran, hewan mati, serta mikroganisme. Pada umumnya kriteria untuk merencanakan pengelolaan air baku tidak salah satu syarat yang harus dipenuhi air berbau dan tidak memiliki rasa baik itu sama atau pun basah.

- Suhu

  Suhu air adalah salah satu parameter yang penting dalam proses pengolahan air. Suhu dapat mempengaruhi sejumlah parameter lain mutu air, laju reaksi kimia dan biokimia meningkat dengan meningkatnya suhu. Sebagai salah satu contoh, bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan lebih, sudah larut dalam air yang hangat dibandingkan dalam air dingin.

- Warna

  Warna dalam air disebabkan oleh bahan organik terlarut. Bahan terlarut tersebut sering berasal dari hasil proses pembusukan vegatasi. Calah satu contoh bahan terlarut hasil pembusukan vegetasi yang dapat disebabkan air warna masalah tanin dan fenol. Adakalanya warna air disebabkan oleh pertumbuhan alga dan tanbaman akuatik berukuran kecil lainnya atau bahan pewarna dari limbah industri.

- Kekeruhan

  Kekeruhan merupakan karakterisik air yang teriihat pertama kali tentang kondisi air. Kekeruhan dapat dijadikan indikator mutu air. Air tampak keruh jika dalam air tersebut terdapat parikel-partikel tersuspensi atau koloid seperti tanah, bahan organik terdispensi, planton dan bahan anorganik lainnya.

- pH (Potensial Hidrogen)

  pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion hidrogen. pH dinyatakan dalam angka 0 -14. pH 7 menunjukkan air yang netral, pH yang di bawah 6,5 menunjukkan bahwa air bersifat asam dan pH di atas 8,5 menunjukkan dalam kondisi basa. pH yang normal untuk air permukaan berada pada kisaran 6,5 sampai 8,5. Dan jika pH air lebih kecil dari 7, air cenderung menyebabkan korosi pada peralatan dan material lain yang kontak dengan air. Sebaliknya jika pH lebih besar dari 7 air memiliki kecenderungan unuk membentuk kerak pada pipa. Untuk menurunkan dan menaikkan pH agar dapat kondisi normal dengan penambahan bahan kimia, dengan menggunakan kapur gamping untuk menaikkan pH dan tawas untuk menurunkan pH air.

- DO (Dissolved Oxygen)

  Adanya DO (oksigen terlarut) di dalam air sangat penting unuk menunjang kehidupan ikan dan organisme air lainnya. Kemampuan air untuk membersihkan pencemaran air secara alami.

- Nitrat (NO_3)

  Nitrat dapat berasal dari buangan industri bahan peledak, piroteknik, pupuk cat dan sebagainya. Kadar nitrat tidak boleh melebihi 10mg/l. Untuk menghilangkan kadar nitrat bisa menggunakan penambahan bahan kimia dengan kaporit.

- Besi (Fe)

  Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir lapisan semua tempat di permukaan bumi, khusunya tanah yang mengandung besi, limbah industri dan pada tempat pembuangan sampah. Kandungan besi yang terdapt dalam air menyebabkan air berwarna coklat dan berdampak negatif apabila air digunakan untuk mencuci pakaian.

- Nitrit (NO_2)

  Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang teroksidasi, dengan tingkat oksidasi +3. Nitrit biasanya tidak bertahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat, yang dapat terjadi pada instalasi pengolahan air buangan, dalam air sungai dan sistem drainasi.

- Sulfat (SO_4)

  Sulfat yang terkandung di dalam air berasal dari mineral-mineral tertentu khususnya gypsum atau muncul dari oksidasi minaral miniral yang berkaian sebagai senyawa sulfida. Karena menyebabkan rasa tidak enak dan potensil menimbulkan sakit perut.

- Sianida (CN)

  Sianida termasuk parameter tercemar yang mematikan apabila terkonsumsi oleh manusia. Efek mematikan dari sianida dapat terjadi jika kadarnya melebihi batas tertentu, klorinasi umumnya cukup untuk mengoksidasi sianida dan mereduksi sampai pada kadar yang terendah.

2.3 Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam perencanaan pengembangan instalasi pengolahan air, perlu diperhatikan tingkat laju pertumbuhan penduduk di suatu lokasi penelitian. Proyeksi penduduk

menjadi dasar awal perhitungan jumlah kebutuhan air di tahun mendatang. Studi ini memperhitungkan proyeksi pertumbuhan penduduk sampai dengan tahun 2036.

Untuk memproyeksikan jumlah peduduk pada tahun yang akan datang menggunakan 3 metode antara lain:

1. Metode Aritmatik
2. Metode Geometri
3. Metode Eksponensial

2.3.1 Metode Geometrik

Dengan metode geometrik, maka pertumbuhan penduduk dapat dirumuskan sebagai berikut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 tahun 2007).

$$Pn = Po\,(1+r)^n \quad \text{..... (2 - 1)}$$

Dengan:

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

Po = jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)

r = laju pertumbuhan penduduk

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.3.2 Metode Aritmatik

Pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut:

$$Pn = Po\,(1+r.n) \quad \text{..... (2 - 2)}$$

dengan:

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

Po = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = laju pertumbuhan penduduk

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.3.3 Metode Eksponensial

Pertumbuhan jumlah penduduk menggunakan rumus eksponensial dapat dirumuskan sebagai berikut (Mualikusuma, 2000, p.115)

$$Pn = Po.e^{r.n} \quad \text{..... (2 - 3)}$$

Dengan:

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

Po = jumlah penduduk pada awal tahun (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)

n = selang waktu proyeksi

e = bilangan logaritma (2,71828)

2.3.4 Uji Kesesuaian Proyeksi

Dalam menentukan metode yang paling tepat yang digunakan di dalam perencanaan, di perlukan perhitungan standar deviasi dan faktor korelasi. Koefisien korelasi dan standar deviasi yang diperoleh dari hasil perhitungan data kependudukan dengan metode yang telah di proyeksikan.

2.3.5 Uji Standar Deviasi

Standar deviasi dapat diartikan sebagai nilai atau standar yang menunjukkan besar jarak sebaran terhadap nilai rata-rata. Jadi semakin kecil nilai standar deviasi, maka data menjadi kurang akurat (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 tahun 2007). Berikut ini adalah rumus dari perhitungan standar deviasi.

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Xi-\bar{X})^2}}{n} \quad \text{..... (2 - 4)}$$

Dengan:

S = standar deviasi

n = jumlah data

Xi = nilai varian (penduduk proyeksi)

$\bar{X}$ = nilai rata-rata

2.3.6 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi merupakan koefisien yang mempunyai nilai bervariasi dari -1 melalui nol hingga terbesar mendekati +1. Jadi, semakin besar nilai korelasi (r = +1 atau mendekati 1), maka korelasi antara dua variabel dapat dikatakan positif dan sangat kuat menurut (Dajan, 1986 p.350) adapun persamaan rumus menentukan koefisien korelasi adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{r} = \frac{n \sum XiYi - \sum Xi.\sum Yi}{\sqrt{(n.X^{i2}-(\sum Xi)^2).(n.\sum Yi^2-(\sum Yi)^2)}} \quad \text{..... (2 - 5)}$$

Dengan:

r = koefisien korelasi

Xi = Jumlah Penduduk

Yi = jumlah penduduk hasil proyeksi (jiwa)

2.4 Analisa Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air besih di setiap kota berbeda dengan kota lainnya. Banyak faktor - faktor yang mempengaruhi perbedaan kebutuhan air bersih di setiap kotanya. Faktor faktor tersebut antara lain (Linsley, 1986, p.91):

1. Iklim, pada iklim yang panas/hangat penggunaan kebutuhan air akan lebih besar dari pada yang beriklim dingin.
2. Ciri-ciri penduduk, status tingginya ekonomi penduduk serta pola hidup akan memperngaruhi kebutuhan pemakaian air.
3. Industri dan perdagangan, keberadaan industri dan perdagangan membutuhkan pemakaian air lebih besar dari pada pemakaian air normal dari masyarakat.
4. Kualitas air, semakin baik kualitas air yang di berikan pada konsumen akan mendorong masyarakat untuk meningkatkan pemakaian air. Sebaliknya apabila kualitas air yang di berikan kurang baik maka akan menimbulkan berkurangnya pemakian air terhadap kebutuhan sosial masyarakat.
5. Harga air, semakin tinggi harga air yang ditetapkan akan mendorong masyarakat untuk berhemat pada pemakian air, begitu juga apabila harga air tidak di barengi dengan kualitas yang baik maka pula masyarakat akan berpindah dari PDAM ke sumur bor.

Klasifikasi penggunaan air tehadap analisis kebutuhan air baku dalam hal ini untuk pertimbangan dalam perhitungan kebutuhan air meliputi:

a. Kebutuhan air domestik
b. Kebutuhan air non domestik
c. Kebutuhan air industri
d. Kehilangan air

2.4.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air bersih yang digunakan untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga. Standar kebutuhan air domestik untuk keperluan sehari hari seperti halnya, memasak, minum, mencuci, dan keperluan rumahtangga dan lainnya. Peyediaan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga di hitung berdasarkan:

1. Jumlah penduduk
2. Presentase jumlah penduduk yang akan dilayani.

Berdasarkan teknik pelayanan air minum maka kebutuhan air domestik terbagi menjadi dua jenis yaitu:

- Sambungan rumah
- Hidran umum.

Menurut (Dirjen Cipta Karya) sambungan rumah adalah jelas sambungan pelanggan yang mensuplai langsung ke rumah-rumah, biasanya berupa sanmbungan pipa-pipa disribusi air melalui water meter dan instalasi pipanya di dalam rumah. Sedangkan hidran umum yang menggunakan bak penampungan air sementara dan dipakai oleh masyakat umum disekitar hidran umum.

2.4.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik merupakan kebutuhan air bersih yang digunakan untuk beberapa kegiatan selain untuk keperluan rumah tangga, seperti penyediaan air untuk sarana sosial, sekolah, tempat ibadah, rumah sakit, restoran dan lain sebagainya atau 15% dari kebutuhan domestik (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007).

2.4.3 Kebutuhan Air Industri

Air bersih sangat dibutuhkan untuk keperluan industri, baik secara langsung dalam proses produksi maupun tidak secara langsung untuk membantu proses produksi. Jumlah kebutuhan air untuk industri bervariasi dan ditentukan, terutama oleh jenis industri dan jenis teknologi proses yang di terapkan. (Suprihatin, Suparno, 2013, p.4)

Selain itu kebutuhan air untuk industri juga mempertimbangkan adanya rencana umum tata kota dan rencana detail tata ruang baik pengembangan industri maupun non domestik agar kebutuhan air di tahun mendatang tidak terjadi kekurangan. Berikut adalah ketentuan pemberian air untuk industri besar dapat dilihat pada Tabel 2.2 Ketentuan Konsumsi Pemberian air Non Domestik.

Tabel 2.2 Ketentuan Konsumsi Pemberian air non Domestik

Uraian	kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
Konsumsi unit non domestik					
1. Niaga kecil (liter/unit/ha)	600 - 900	600 - 900	-	600 - 900	-
2. Niaga besar (liter/unit/ha)	1000 - 5000	1000 - 5000	-	1000 - 5000	-
3. Industri besar (liter/detik/ha)	0.2 - 0.8	0.2 - 0.8	-	0.2 - 0.8	-
4. pariwisata (liter/detik/ha)	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3	-	0.1 - 0.3	-

Sumber: Kriteri Perencanaan Dirjen Cipta Karya Dinas PU, (1996)

2.4.4 Kehilangan Air

Rata-rata kehilangan air pada PDAM Giri Tirta Kab. Gresik pada tahun 2015 yaitu sebesar 25,20% di harapkan pada tahun 2036 nantinya ada perbaikan serta pengawasan yang berkala dalam pengolahan air bisa menekan kehilangan hingga mencapai 20 % dari total kebutuhan. Kehilangan air ini terjadi antara lain dikarenakan akibar faktor teknis dan non teknis antara lain sebagai berikut:

1. Kehilangan air akibat faktor teknis
   - Adanya kebocoran pada pipa
   - Pipa pada jaringan distribusi pecah
   - Kebocoran pada tangki reservoir
   - Kehilangan air pada instalasi pengolahan
2. Kehilangan akibat faktor non teknis
   - Pengambilan air tidak resmi
   - Kesalahan dalam pembacaan meteran air

2.4.5 Fluktuasi Penggunaan Air

Kebutuhan air tidak selalu sama untuk setiap saat tetapi akan berfluktuasi. Fluktuasi yang terjadi tergantung pada suatu aktivitas penggunaan air dalam keseharian oleh masyarakat. Pada umumnya kebutuhan air dibagi dalam dua kelompok:

1. Kebutuhan rerata
2. Kebutuhan harian maksimum

Kebutuhan harian maksimum sangat diperlukan dalam perhitungan besarnya kebutuhan air baku, karena hal ini menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak pelayanan. Sehingga penting mempertimbangkan suatu nilai koefisien untuk keperluan tersebut.

Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air rata-rata

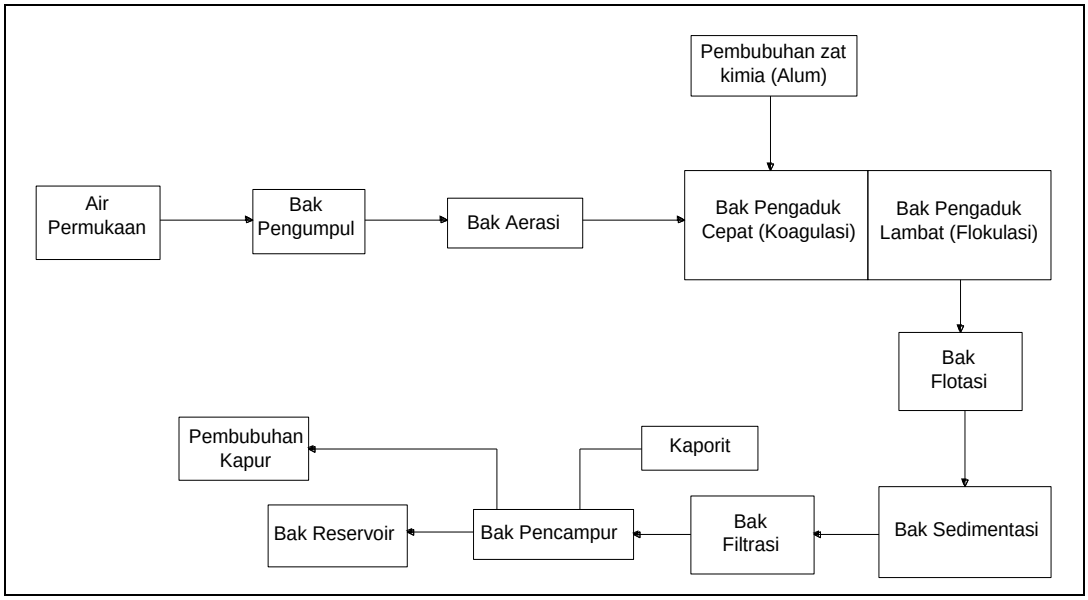
2.5 Instalasi Pengolahan Air

Fungsi dasar dari pengolahan air merupakan menyediakan air yang aman dan bebas dari kontaminan yang dapat menyebabkan penyakit atau racun yang berbahaya bagi pengguna air. Sebagaimana air yang cocok untuk di konsumsi untuk pengguna air adalah air yang tidak mengandung parameter-parameter yang tidak diinginkan seperi rasa, bau, kekeruhan dan warna.

Instalasi pada dasarnya untuk mengolah air permukaan bak dari sungai maupun danau menjadi air baku yang sesuai dengan kelas yang sebelumnya sudah ditentukan oleh

pemerintah. Instalasi pengolahan air ini memiliki unit - unit pengolahan yang memiliki fungsi masing -masing. Pemilihan unit ini didasarkan pada parameter-parameter baku mutu air ynag harus di hilangkan sesuai dari hasil pemeriksaaan kualitas air.

Pemilihan unit-unit pengolahan yang akan digunakan dalam instalasi pengolahan air baku ini tergantung kepada kualitas air baku yang nantinya akan di olah, dengan mempertimbangkan segi teknis dan segi ekonomis. Pada perencanaan ini hanya mempertimbangkan dari segi kualitas air dan juga segi teknis, yang nantinya untuk pemilihan unit-unit pengolahan.



Gambar 2.2 Skema Rencana Instalasi Pengolahan Air

Sumber: Hasil Penggambaran

2.5.1 Intake

Intake dibagun pada sumber air baku dengan bertujuan untuk mengambil air baku dari sumbernya yang kemudian akan dialiri menuju instalasi pengolahan. Kapasitas intake harus dapat memenuhi jumlah kebutuhan hari maksimum sepanjang periode perencanaan. Pada perencanaan instalasi pengolahan air minum ini sudah terpasang intake dengan jenis intake gate. Kontruksi intake gate ini, pada umumnya terdiri dari inlet beton bertulang berbentuk persegi panjang dan didepannya terdapat penyaring (*screen*) untuk mencegah masuknya potongan kayu dan benda-benda terapung lainnya.

Beberapa kriteria yang harus di penuhi dalam pembuatan intake adalah:

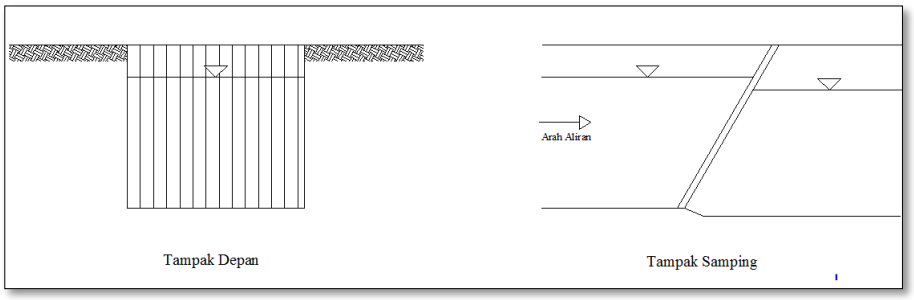
1. Tertutup untuk mencegah masuknya snar matahari yang memungkinakan tumbuhan atau mikroganisme hidup di dalam saluran.
2. Tanah di lokasi intake harus stabil.

3. Intake harus kedap air sehingga agar tidak terjadi kebocoran.
4. Intake harus di desain untuk menghadapi keadaan darurat.

2.5.2 Penyaringan

(Suprihatin dkk, 2013 p.12) Penyaring adalah unit mekanis yang berfungsi menyisihkan benda-benda kasar, seperti batangan kayu yang terapung sehingga tidak mengganggu kinerja unit-unit selanjutnya. Berdasarkan pada jarak antar jeruji, saringan dapat dibedakan menjadi 3 kategori yaitu,

1. Saringan kasar (5-10cm)
2. Saringan sedang (1-5cm)
3. Saringan halus (0,3-1cm)



Gambar 2.3 Bentuk dan susunan dasar saringan

Sumber: Suprihatin, Suparno, (2013, p.99)

Pada perencanaan ini di sungai Bengawan Solo, saringan yang akan direncanakan dengan menggunakan saringan sedang yang yang berukuran (1-5cm). Pada penyaringan ini adapun kriteria desain pada saluran ini (Geyer, 1997):

- Jarak antar jeruji b: 1”-2”
- Tebal jeruji w: 08”-1,0”,
- Kecepatan aliran melalui jeruji v: 0,3 - 0,75 m/s
- Kemiringan jeruji θ: 30^o-60^o
- Headloss maksimum h_L: 15,24 cm

Kehilangan tinggi tekan pada unit ini dapat di hitung dengan menggunakan rumus Kirschmer sebagai berikut (Geyer, 1997):

$$H_L = \beta \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^{4/3} \cdot hv \cdot \sin\theta. \quad \text{..... (2 - 6)}$$

dengan: H_L = Headloss (m)

β = Koefisien panampang jeruji, untuk batang bulat (1,79)

θ = Sudut kemiringan saringan (^{o})

hv = Velocity head = $Vb^2/2.g$

t = Tebal Jeruji (m)

b = Jarak bersih antar jeruji (m)

2.5.3 Pintu Air

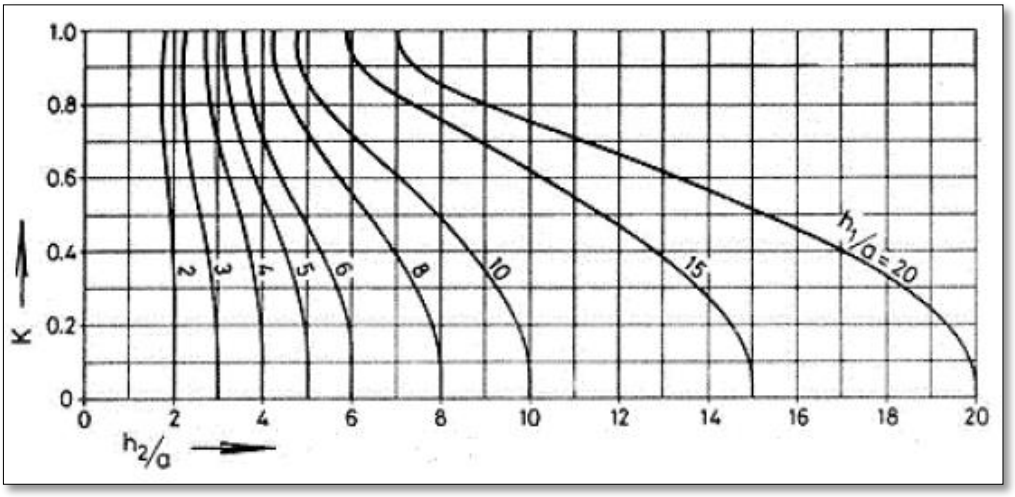
Pintu air (*gate, sluice*) biasanya dibangun memotong tanggul sungai berfungsi sebagai pengatur aliran air untuk pembuang, penyadap dan pengatur lalu lintas air. Sebagai pembuang yang dibangun di muara sistem drainasi biasanya senantiasa dalam keadaan terbuka dan penutupnya dilakukan, manakala elevasi muka air di dalam sungai induk lebih tinggi dari elevasi air yang terdapat di dalam saluran drainasi. Dengan demikian dapat dicegah masuknya air sungai ke dataran yang dilindungi.

Sebagai penyadap untuk mengatur besarnya debit air yang dialirkan ke dalam sistem saluran air yang di belakangnya. Oleh sebab itu pintu diatur disesuaikan debit yang diinginkan (Suroso,Agus, 2012, p.1-2). Perhitungan pintu mengacu pada kriteria perencanaan 04, perhitungan hidrolis sebagai berikut.

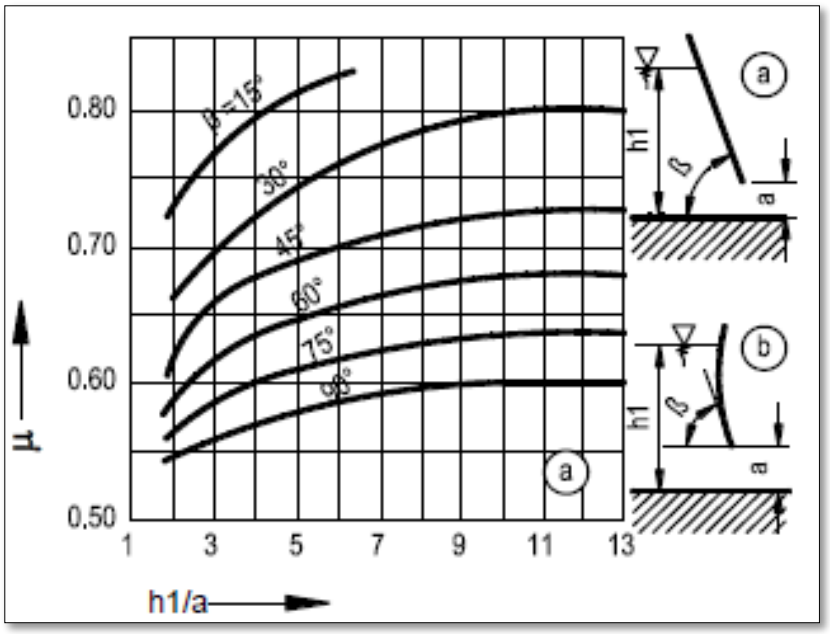
$Q = K \cdot \mu \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2.g.h1}$ ..... (2 - 7)

dengan:

- Q = debit, (m^3/dk)
- K = faktor aliran tenggelam, lihat grafik
- μ = koefisien debit, lihat grafik
- a = bukaan pintu, m
- b = lebar pintu, m
- g = percepatan gravitasi, 9,81m/dtk^2
- h1 = kedalaman air di depan pintu diatas ambang, m



Gambar 2.4 Koefisien K
Sumber: KP-04



Gambar 2.5 Koefisien Debit μ

Sumber: KP-04

2.5.4 Bak Pengumpul

Bak pengumpul atau penampung sementara air baku dari sumber dipompakan ke instalasi pengolahan air (IPA). Selain itu sumur pengumpul juga berfungsi untuk peredam energi dan sebagai tempat pengendapan bahan-bahan kasar yang masuk. Adapun kriteria dalam perencanaan sumur pengumpul:

1. Jumlah bak minimal 2 buah (untuk mempermudah dalam pemeliharaan dan perawatan)
2. Waktu tinggal di dalam sumur pengumpul maksimal 90 detik (Ishibhasi, 1978)

Untuk merencanakan dimensi bak pengumpul di gunakan persamaan sebagi berikut:

$V = Q \cdot td$ .....(2 - 8)

dengan: V = Volume bak pengumpul (m^3)

Q = Debit pengolahan (m^3/s)

td = Waktu detensi (s)

2.5.5 Sistem Transmisi

Sistem transmisi merupakan sistem untuk mentransmisikan air baku dari intake menuju ke instalasi pengolahan air baku. Sistem ini terdiri dari pipa transmisi dan pompa transmisi. Kriteria desain pada kecepatan aliran melalui pipa transmisi (v) = 0,6-3,6 m/s (Permen PU, 2007)

1. Pipa Transmisi

   Pipa transmisi digunakan untuk mengalirkan air dari bak pengumpul ke bak aerasi di lokasi instalasi pengolahan air minum. Terdapat beberapa jenis pipa yang dapat digunakan sebagai pipa transmisi ini yaitu:

   - Pipa besi
   - Pipa baja
   - Pipa PVC

   Adapula keuntungan dan kerugian dari beberapa jenis pipa diatas, bisa di lihat pada Tabel 2.3 Keuntungan dan Kerugian Beberapa Jenis Pipa

Tabel 2.3 Keuntungan dan Kerugian Beberapa Jenis Pipa

Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
Pipa Besi	1. Durabilitas dan kekuatan yang tinggi 2. Memiliki sambungan yang fleksibel dan dapat menyesuaikan tanah. 3. Mudah dalam pemasangan	1. Relatif berat 2. Memerlukan perlindungan tergantung dari jenis sambungan 3. Mudah terkorosi jika terdapat kerusakan lapisan baik dalam maupun luar.
Pipa baja	1. Durabilitas dan kekuatan yang tinggi 2. Dapat di sambungkan dengan pengelasan dan bisa mengikuti variasi tanah dalam alur yang panjang 3. Baik dalam proses pembuatan 4. Memiliki banyak pelapis Sangat tahan terhadap korosi	1. Sambungan yang dilas membutuhkan pekerja yang terampil 2. Korosi secara eloktrolik harus diperhitungkan 3. Mudah terkorosi jika terdapat kerusakan lapisan baik dalam maupun luar.
Pipa PVC	1. Cukup ringan dan mudah dalam pekerjaan 2. Baik dalam proses pembuatan 3. Tidak mengalami kekasaran pada permukaan bagian dalam pipa	1. Kekuatan jangka panjang harus diperhitungankan 2. Kekuatan berkurang apabila permukaan mengalami kerusakan 3. Perlindungan spesial diperlukan 4. Pada sambungan yang dilem kekuatan dan kedap air harus diperhitungk

Sumber: Indriyani, K.,(2008)

A. Kapasitas debit yang di butuhkan di tentukan dengan persamaan kontinuitas yaitu,

$Q = A \cdot V$ .....(2 - 9)

$V = \frac{Q}{A}$ .....(2 - 10)

dengan: Q = Kapasitas debit yang diperlukan (m^3/s)

A = Luas penampang pipa (m) = ¼ π D^2

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

B. Kehilangan tinggi

Pada perencanaan ini di jaringan pipa, ada kehilangan tinggi tekan selama air mengalir melalui pipa tersebut. Kehilangan tinggi tekan ini dibagi menjadi dua yaitu, kehilangan tekan *major losses* dan kehilangan tinggi tekan *minor losses*.

- Kehilangan Tinggi karena gesekan (*major losses*)

Fluida yang mengalir di dalam pipa akan mengalami tegangan geser dan gradien kecepatan pada seluruh medan. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran (Triatmojo, 2003, p.25). Tegangan geser yang terjadi pada diding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losesse*) selain bergantung pada jenis pipa. Ada beberapa teori untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan *major*, dalam kajian ini digunakan persamaan sebagai berikut:

Menurut (Sularso, Hauo T, 2000) kehilangan tinggi energi akibat gesekan dengan menggunakan rumus *Hazen-Williams*

$hf = \frac{10{,}675}{C^{1{,}852}} \times \frac{L}{D^{4{,}8704}} \times Q^{1{,}852}$ ..... (2 - 11)

dengan: hf : Kehilangan tinggi energi akibat gesekan (m)

D : Diameter pipa (m)

L : Panjang pipa (m)

Q : Debit aliran (m^3/dtk)

C : Koefisiien *Hazen William*

Tabel 2.4 Koefisien Hazen Williams (C)

Bahan Pipa	C
Asbestos Cemen	140
	130-140
Brass	100
Brick sewer	
Cast iron:	130
- *New unlined*	107-113
- *10 years old*	98-100
- *20 years old*	75-90
- *30 years old*	64-83
- *40 years old*	
Concrete or Concrete lined	140
- *Steel forms*	
- *Woodwn forms*	120
- *Sentrifugally spun*	135
Copper	130-140
Galvanized iron	120
Glass	140
Lead	130-140
Plastic	140-150
PVC	130-140
Steel	
- *Coal tarenamel lined*	145-150
- *New unlined*	140-150
- *Riveted*	110
Tin	130
Virtrified clay (good condition)	110-140
Wood stave (average condition)	120

Sumber: Priyantoro, (1991, p.20)

- Kehilangan Tinggi Tekan (*Minor losesse*)

  Tidak menutup kemungkinan kehilangan energi minor dapat berpengaruh lebih besar dari pada *major*. Dengan demikian kehilangan energi *minor* juga harus diperhatikan dan dapat ditulis sebagai berikut (Priyantoro, 1991):

  $$hf = k \cdot \frac{Q}{2A^2g} \quad \text{..... (2 - 12)}$$

  Atau

  $$hf = k \frac{V^2}{2g} \quad \text{.....(2 - 13)}$$

dengan: hf: = Kehilangan energi minor (m)

V: = Kecepatan aliran (m/s)

g: = Percepatan gravitasi (m/s^2)

k: = Koefisien kehilangan energi minor

Koefisien K sangat bervariasi tergantung dari bentuk fisik saluran, bisa dikarenakan belokan, pengecilan, katup dan sebagainya. Untuk koefisien K bisa dilihat pada Tabel 2.5 Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Bentuk Pipa

Tabel 2.5 Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Bentuk Pipa (K)

Jenis perubahan bentuk pipa	K	Jenis perubahan bentuk pipa	K
Inlet		Belokan 90º	
- *Bell mounth*	0,03-0,05	- R/D = 4	0,16-0,18
- *Rounded*	0,12-0,25	- R/D = 2	0,19-0,25
- *Sharp edge*	0,50	- R/D = 1	0,35-0,40
- *Projecting*	0,80	Belokan tertentu	
Pengecilan tiba-tiba		- Θ =15º	0,05
- D_2/D_1 = 0,80	0,18	- Θ =30º	0,10
- D_2/D_1 = 0,50	0,37	- Θ =45º	0,20
- D_2/D_1 = 0,20	0,49	- Θ =60º	0,35
Pengecilan mengkerut		- Θ =90º	0,80
- D_2/D_1 = 0,80	0,05	T (Tee)	
- D_2/D_1 = 0,50	0,07	- Aliran searah	0,03-0,04
- D_2/D_1 = 0,20	0,08	- Aliran bercabang	0,75-1,80
Pembesaran tiba tiba		45º Wye	
- D_2/D_1 = 0,80	0,16	- Aliran searah	0,50
- D_2/D_1 = 0,50	0,57	- Aliran bercabang	0,75
- D_2/D_1 = 0,20	0,92		
Pembesaran mengkerucut			0,30
- D_2/D_1 = 0,80	0,03		0,50
- D_2/D_1 = 0,50	0,08		
- D_2/D_1 = 0,20	0,13		

Sumber: Suroso, (2008, p.274-276)

2.5.6 Pompa Air Baku

Pompa air baku berfungsi sebagai sistem pemompaan untuk mentransmisikan air baku dari intake menuju ke bangunan instalasi pengolahan air selanjutnya.

- Kriteria desain pompa:

  Kecepatan dalam pipa hisap 1-1,5 m/s

Daya pompa menggunakan persamaan (Tachyan, 1989, p.11)

$$P = 0{,}746 \cdot \gamma_w \cdot \frac{Q \cdot H}{e \cdot 75} \quad \text{..... (2 - 14)}$$

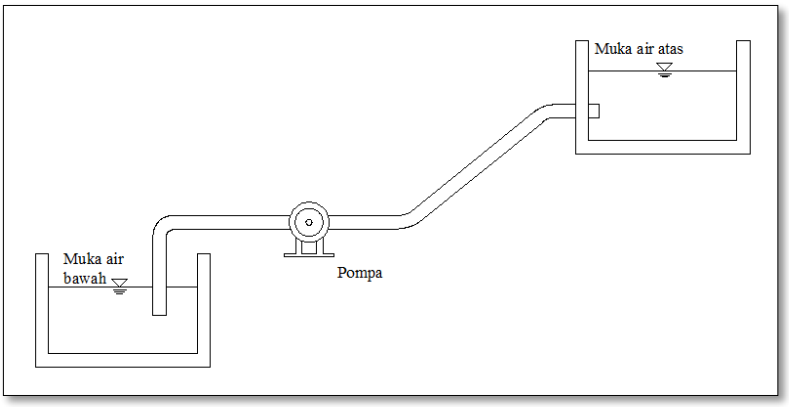
dengan: P = Daya Pompa (Kw)

γ_w = Berat jenis air (Kg/m)

Q = Debit pemompaan (m^3/s)

H = Tinggi total pemompaan (m)

e = Efisiensi pompa



Gambar 2.6 Profil Hidrolik Pompa

Sumber: Sularso, Haruo T. (2000, p.27)

untuk menentukan head pompa ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

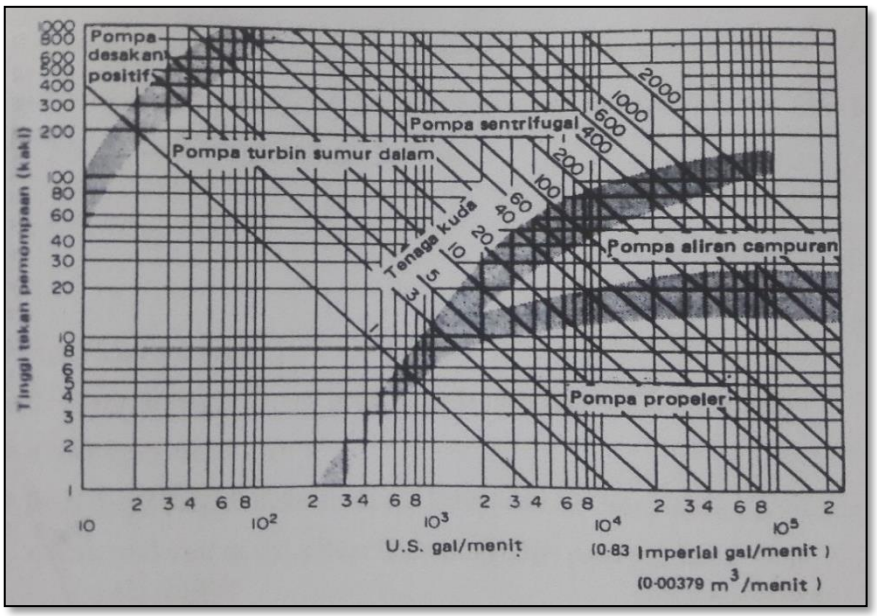
$$H = Hf_{hisap} + Hf_{tekan} + H_s \quad \text{..... (2 - 15)}$$

dengan: H = Tinggi total pemompaan (m)

Hf_{Hisap} = Kehilangan hisap pada pipa hisap pompa (m)

Hf_{tekan} = Kehilangan tekan pada pipa tekan pompa (m)

H_s = Head statis (beda tinggi elavasi dasar bak pengumpul dengan elevasi instalasi)



Gambar 2.7 Grafik untuk Pemilihan Jenis Pompa

Sumber: J.M.K. Dake (1985, p191.)

Agar pompa bekerja secara maksimal tanpa adanya ganguan kavitasi maka dibutuhkan persayaratan sebagai berikut, NPSH (*Net Positive Suction Head*) yang tersedia > NPSH yang di perlukan. Harga NPSH yang tersedia dapat di hitung menggunakan rumus sebagai berikut (Sularso, Haruo T., 2000, p.44):

$$h_{sv} = \frac{Pa}{\gamma} - \frac{Pv}{\gamma} + h_s - h_{ls} \quad \text{..... (2 - 16)}$$

dengan: h_{sv} = NPSH yang tersedia (m)

P_a = Tekanan atmosfer (kg/m^2)

P_v = Tekanan uap jenuh (kg/m^2)

γ = Berat jenis zat cair per satuan volume (kg/m^2)

h_s = Head hisap statis (m)

h_s adalah positif (+) jika pompa terletak di atas peemukaan zat cair yang di hisap, dan negatif (-) jika di bawah.

h_{ls} = Kerugian head di dalam pipa hisap (m)z

Tekanan uap jenuh dan berat jenis zat cair persatuan volume dapat di lihat pada Tabel 2.6 pada halaman selanjutnya, harga NPSH yang di perlukan harus di peroleh dari pabrik pompa yang bersangkutan, namun untuk penaksiran secara kasar NPSH yang di perlukan dapat dihitung dari konstanta kavitasi σ seperti yang di uraikan pada persamaan (2-17).

Jika head total pompa pada titik efisiensi maksimum dinyatakan sebagai H dan NPSH yang di perlukan untuk titik ini H_{svN}, maka σ didefinisikan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{HsvN}{H} \quad \text{..... (2 - 17)}$$

dengan: h_{svN} = NPSH yang di perlukan (m)

σ = Koefisien kavitasi

H = Tinggi tekan total (n)

Tabel 2.6 Sifat-sifat fisik air

Temperatur (C^o)	Kerapatan (kg/l)	Viskositas kinematik (m^2/s)	Tekanan uap jenuh (kg/cm^2)
0	0,9998	$1{,}792 \times 10^{-6}$	0,00623
5	1,0000	1,520	0,00889
10	0,9998	1,307	0,01251
20	0,9983	1,004	0,02382
30	0,9957	0,801	0,4325

Sumber: (Sularso, Haruo T., 1991, p.24)

Untuk menentukan tipe pompa yang akan dipakai dapat dilakukan dengan bantuan grafik hubungan (Q) dalam (gpm) dan tinggi tekan total (H) dalam (ft), Seperti yang tertera dalam gambar 2.7 Diagram untuk pemilihan jenis pompa.

2.5.7 Bak Aerasi

Proses aerasi sangat penting terutama pada pengolahan instalasi pengolahan air, dikarenakan pada pengambilan air pada pengolahan ini di ambil dari air sungai bengawan solo hilir. Aerasi ini berfungsi untuk menambahkan kadar DO apabila kekurangan oksigen dalam air, serta dapat mereduksi parameter seperi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dan juga Tembaga (Cu). Beberapa metode yang cukup populer digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen kedalam air antara lain dengan menggunakan metode, mekanik maupun hidrolis. Perencanaan ini menggunakan metode hidrolis sebagai untuk mereduksi parameter yang melebihi batas baku mutu.

Menurut (Assoociation American W. W. 1998, p.61) menyatakan bahwa fungsi dari aerasi adalah:

1. Untuk mengurangi konsentrasi rasa dan bau zat penyebab dan sampai batas tertentu, untuk oksidasi bahan organik
2. Untuk menambah oksigen ke air, terutama untuk oksidasi besi dan mangan serta tembaga, sehingga mereka dapat dihapus dengan pengolahan lanjut.

kriteria perencanaan bak aerasi sebagi berikut:

- Bentuk bak aerasi : direncanakan Segiempat
- Waktu Penahan : 10 menit (Sugiharto, 1987)
- Tinggi jagaan minimum : 0,6 m

untuk merencanakan dimensi bak aerasi ini digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = Q \cdot td \quad \text{..... (2 -18)}$$

dengan: V = Volume bak aerasi (m^3)

Q = Debit pengolahan (m^3/s)

td = Waktu ditensi (s)

untuk menjamin debit air yang keluar dari bak unit pengumpul, maka ukuran dan letak pipa outlet harus disesuaikan. Hal ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus orifice (simon, 1986, p.354):

$$Q = Cd \cdot a \cdot \sqrt{2.g.h} \quad \text{..... (2 - 19)}$$

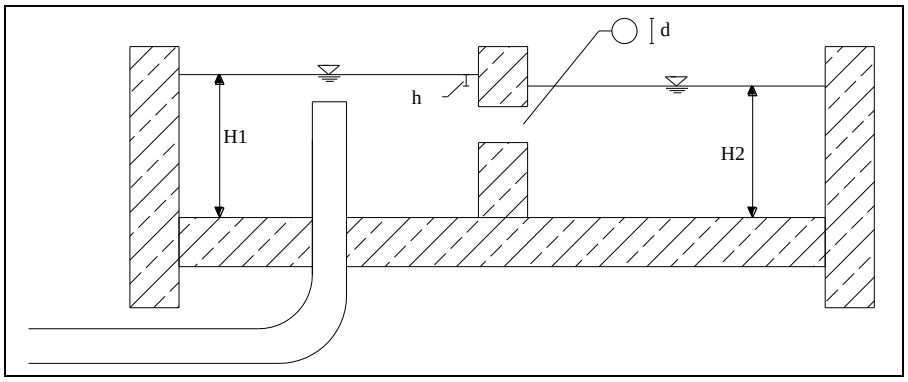
dengan: Q = Debit aliran (m3/s)

Cd = Koefisien debit, berkisar antara 0,6-0,68

a = Luaspenampang pipa (m^2)

h = Beda tinggi antara muka air 1 dan 2 (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s)



Gambar 2.8 Sistem Pengaliran Orifice
Sumber: simon (1986, p.354)

2.5.8 Bak pengaduk cepat (koagulasi)

Koaglasi ditujukan untuk mengelolah air yang mengandung koloid atau partikel yang sulit mengendap. Proses kogulasi merupakan proses destabilisasi partikel-partikel tersuspensi dalam air baku dengan menggunakan bahan kimia yang disebut koagulan yang kemudian diaduk secara cepat sehingga koagulan tersebut dapat terdispersi merata antara partikel-partikel tersuspensi yang telah terdispersi tersebut. Pengadukan dan pencampuran cepat dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

1. Hidrolis atau gravitasi dengan menggunakan terjunan bebas, *parshall flume*, venturi meter, dan ambang.
2. Mekanis, dengan pengaduk yang oleh motor mekanis.
3. *Pneumatis*, dengan menginjeksikan udara kedalam air.

Perbandingan berbagai tipe *mixing* dapat di lihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Perbandingan berbagai *mixing*.

Tipe *Mixing*	Keuntungan	Kelemahan
Lompatan Hidraulik	1. Tidak di perlukan tenaga luar 2. Dapat di bangun dengan bahan lokal 3. Waktu tinggal sangat kecil 4. Sedikit pemeliharaan 5. Kehilangan tekanan kecil 6. Mudah akses untuk pemeliharaan 7. Mudah dibuat	1. Tid*a*k dapat diatur untuk variasi debit besar 2. Dipengarui oleh konsdisi debit hulu 3. Dapat menyebabkan penggerusan pada lokasi lompatan
Parshall flume	1. Waktu tinggal sedikit 2. Sedikit pemeliharaan 3. Dapat digunakan sebagai alat ukur debit	1. Sama dengan lompatan hidrolik 2. Kontruksi tidak semudah lompatan hidrolik

Lanjutan Tabel 2.7 Perbandingan berbagai *mixing*.

Tipe *Mixing*	Keuntungan	Kelemahan
	4. Dapat digunakan untuk debit yang besar 5. Kehilanagan tekanan kecil	
Weir mixing	1. Kontruksi lebih sederhana 2. Dapat digunakan debit besar 3. Dapat digunakan sebagai ukur debit	1. Kehilangan tekanan besar 2. Adanya pengendapan dibelakang *weir* 3. Dapat menyebabkan penggerusan
Mekanis	1. Tidak terpengaruh debit 2. Gradien kecepatan kecil 3. Kehilangan tekanan kecil	1. Lebih banyak aliran pendek 2. Memerlukan *external power* 3. Biaya investasi tinggi

Sumber: Indriyani, K, (2008)

Sistem pengaduk cepat yang digunakan dalam perencanaan bak pengaduk cepat ini yaitu dengan menggunakan sistem secara hidrolis dengan menggunakan terjunan bebas, sebagai pertimbangan:

- Kontruksi mudah dan murah
- Pengoprasian mudah
- Biaya operasi murah karena tidak menggunakan energi tambahan.

Adapun kriteria desain sebagai berikut:

- Waktu detensi = 5 detik (SNI 6774:2008)
- Gradien kecepatan = >750 (SNI 6774:2008)
- Tinggi jagaan = minimal 0,6 m

Untuk merencanakan dimensi bak pengaduk cepat (koagulasi) deigunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = Q \cdot td \quad \text{..... (2 - 20)}$$

dengan: V = Volume pengaduk cepat (m^3)
Q = Debit pengolahan (m^3/s)
td = Waktu detensi (s)

Koagulan adalah bahan zat kimia yang berfungsi untuk memperbesar parikel-partikel agar mudah untuk mengendap. Berikut ini adalah beberapa contoh jenis koagulan antara lain:

- Alumunium sulfat atau tawa ($Al_3(SO_4)$)
- Feri klorida ($FeCl_3$)

- Fero klorida ($FeCl_2$)
- Feri Sulfat ($Fe_2(SO_4)_3$)

Sedangkan berikut contoh dari koagulan polimer atau sintesis

- Poli aluminum klorida (PAC)
- Sitosan

Pada perencanaan ini jenis zat koagulan menggunakan jenis alumunium sulfat atau tawas, dikarenakan di negara Indonesia mudah didapat di pasaran dalam bentuk padatan atau cairan. Penggunaan alum atau tawas juga tidak akan menurunkan pH secara berlebihan, serta flok alum mendukung terbentuknya selimut flok sehingga meningkatkan efisiensi pengolahan secara keseluruhan. Adapula kriteria koagulan adalah sebagai berikut:

- Dosis koagulan ditentukan berdasarkan hasil percobaan jar test terhadap air uji sampel
- Pembubuhan koagulan ke pengaduk cepat dapat dilakukan secara gravitasi atau pemompaan.
- Diperlukan 2 buah bak, 1 bak untuk pengadukan dan 1 buah bak untuk pembubuh.

2.5.9 Bak pengaduk Lambat (Flokulasi)

Flokulasi berfungsi memepercepat tumbukan antara kolid yang sudah terdesbilisasi supaya bergabung membentuk mikrofok ataupun mikroflok yang secara teknis dapat diendapkan. Menurut (Viessman, 1986, p.296) dari pencampuran zat koagulan dengan air yang mengandung kekeruhan di bak pengaduk cepat, akan terbentuk kumpulan partikel yang akan mengendap. Proses flokulasi adalah proses pengadukan lambat dengan kecepatan rendah, untuk memungkinkan terjadinya flok-flok yang terdesbilisasi dan bahan kimia (*alum*) yang ditambahakan sebagai koagulan dalam air baku dapat mudah terendapkan.

Berbeda dengan proses koagulasi dimana faktor kecepatan tidak menjadi kendala, pada flokulator terdapat batas maksimum kecepatan untuk mencegah pecahnya flok akibat tekanan yang berlebihan. Untuk pengadukan flokulasi ini jangka waktu pengadukan selama 30 - 40 menit menurut Sandar Nasional Indonesia 6774, 2008. Tenaga yang dibutuhkan untuk pengadukan secara halus dari air selama flokulasi dapat diberikan secara mekanis maupun hidrolis.

Untuk insatalasi pengolahan air minum di wilayah perencanaan ini dipilih flokulasi mekanis dengan sistem bantuan kayuh (*paddle flocculator*), karena salah satu keuntungan dengan menggunaka pedal akan membentuk flok-flok yang sangat efektif. Berikut adalah

perbandingan flokulator hidrolis dengan mekanis dapat di lihat pada halaman selanjutnya pada Tabel 2.8 Perbandingan antara Flokulator Hidrolis dan mekanis.

Tabel 2.8 Perbandingan antara Flokulator Hidrolis dan Mekanis

Parameter	Hidrolis	Flokulasi Mekanis	
		Sumbu Horizintal dengan *Paddle*	Sumbu Vertikal dengan *Blades*
1. Keandalan proses	Baik-memuaskan	Baik-memuasakan	Cukup baik
2. Fleksibiliti	Sedang-kurang	Baik	Baik
3. Kondisi pengaliran	Mendekati aliran plug	Dapat terjadi aliran singkat	Dapat terjadi aliran singkat
4. Keuntungan	• Sederhana & murah • *Operation & maintenance* murah • Tidak ada alat gerak	• Terbentuk flok yang sangat baik • Pengadukan efektif dengan turbulensi • Tidak terjadi kehilangan tekan	• Energi pengadukan yang terjadi sangat baik • Pemeliharaan lebih mudah • Tidak terjadi kehilangan tekan
5. Kerugian	• Energi pengadukan merupakan fungsemerlukan tinggi tekan 0,3-0,6 m	• Memerlukan proses instalasi rumit • Energi *input* terbatas • Memerlukan pemeliharaan intensif	• Membutuhkan banyak unit • Tegangan tinggi pada *bledes* • Turbelensi yang terjadi relatif kecil

Sumber: Indriyani, K., (2008)

Adapun kriteria perencanaan unit flokulasi sebagai berikut sesuai SNI 6774:2008:

- Waktu detensi antara 30-40 menit
- Kecepatan percepatan kayuh 1-5 rpm
- Gradien kecepatan 60 (menurun) - 10

Volume bak flokulasi dapat di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = Q \cdot td \quad \text{..... (2 - 21)}$$

dengan: V = Volume pengaduk cepat (m^3)

Q = Debit pengolahan (m^3/s)

td = Waktu detensi (s)

perhitungan daya masuk untuk menggerakkan kayu dengan menggunakan persamaan (SNI 6774:2008),

$$p = \frac{K}{gc} . \rho . n^3 . D^5 \quad \text{..... (2 - 22)}$$

dengan: p = Tenaga yang di butuhkan (g.cm/dtk)

K = Konstanta Exsperimen 1 - 5

gc = Faktor konversi newton (cm/dtk)

D = Diameter (cm)

ρ = Massa jenis air (g/cm^3)

n = Putaran sumbu (rpm)

Menurut (Viessman, 1985, p.299) Luas *padlle flocculator* dapat di hitung dengan menggunakan persamaan beritu:

$$A = \frac{2 .P}{Cd .\rho .v\text{^}3} \quad \text{..... (2-23)}$$

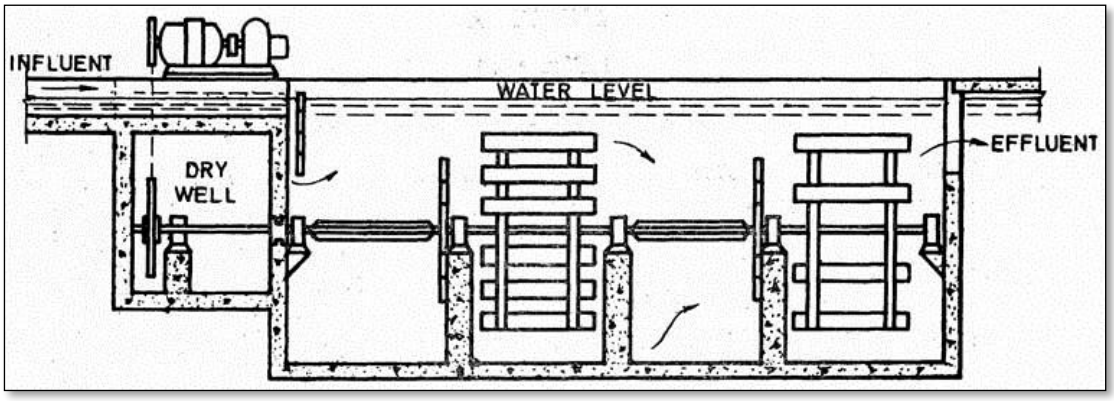
dengan: A = Luas *padlle flocculator*

P = Daya masukan untuk menggerakkan *padlle flocculator* (kW)

ρ = kerapatan massa air (kg/m^3)

V = Kecepatan relatif *padlle flocculator* (m/s)

Cd = Koefisien geser *padlle flocculator*



Gambar 2.9 Sistem *Paddle flocculator*

Sumber: law.resource.org

2.5.10 Bak Flotasi

Flotasi merupakan suatu proses pegolahan air baik pengolahan air bersih maupun air limbah, yang dipakai untuk pemisahan partikel solid dan cairan dari fase cairan dengan menggunakan prinsip proses pengapungan. Aplikasi proses DAF mencakup bidang yang sangat luas seperti pada pengolahan air minum yang pertamakali diperkenalkan tahun 1960 di Afrika selatan dan Skandinavia (Haarhoof & van Vuuren 1985). Di Indonesia aplikasi proses *Disollved Air Flotation* (DAF) digunakan pada instalasi pengolahan air minum Muara Karang, Jakarta (LIPI, 2001).

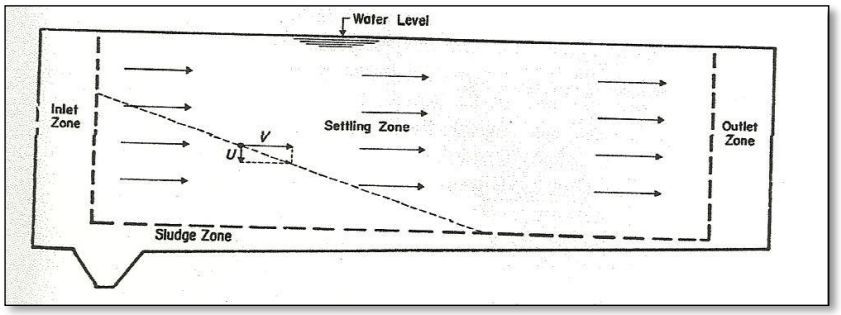
Unit flotasi pada dasarnya mempunyai keuntungan dari pada unit sedimentasi, bahwa partikel yang sangat kecil atau ringan yang mengendap perlahan-lahan dapat dihilangkan lebih lengkap dan dalam waktu yang lebih singkat. Maka dalam proses ini perlu adanya ditambahkan gaya ke atas dengan cara memasukkan udara ke dalam air. Pada studi perencanaan ini menggunakan jenis flotasi udara terlarut atau (*Dsissolved Air Flotation*) selain untuk mereduksi minyak dan lemak flotasi jenis udara terlarut juga dapat mereduksi residu terlarut TSS. Adapula kriteria perencanaan flotasi udara terlarut sebagai berikut:

- Aliran udara ($N.L/m^3$) : 15-50
- Ukuran gelembung : 40-70 micrometer
- Waktu detensi : 20-40 m
- Beban permukaan : 3-10 m/jam

2.5.11 Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi adalah unit pengolahan yang digunakan untuk menyisihkan flok-flok yang terbentuk pada proses flokulasi. Proses sedimentasi secara umum diartikan sebagai proses pengendapan, dimana akibat gaya gravitasi dan mengakibatkan partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air yang akan mengendap ke bawah dasar permukaan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merancang bak sedimentasi adalah:

1. Zona *inlet*, didesain untuk dapat membagi aliran merata ke seluruh bagian bak
2. Zona pengendapan, memungkinkan partikel-partikel mengendap dengan bebas dan baik
3. Zona lumpur, tempat akumulasi zat padat atau kotoran hasil pengendapan
4. Zona *outlet*, untuk mengumpulkan supernatan dari seluruh bagian-bagian bak.



Gambar 2.10 Bak Sedimentasi
Sumber: (www.PHDSite.com)

Adapula kriteria pada perencanaan sebagai berikut SNI 6774:2008:

- Waktu detensi antara 1,5-3 jam

- Kedalaman 3-6 m
- Bilangan reynold <2000
- Bilangan Froude $>10^{-5}$
- Beban permukaan 0,8-2,5 (m^3/ m^2/jam)

Volume bak sedimentasi dapat di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = Q \cdot td \quad \text{..... (2 - 24)}$$

dengan: V = Volume pengaduk cepat (m^3)

Q = Debit pengolahan (m^3/s)

td = Waktu detensi (s)

Menurut Kawamura, (1991, p.150) menjelaskan beberapa keuntungan dan kerugian menurut tipe bak sedimentasi yang akan digunakan.

Tabel 2.9 Keuntungan dan Kerugian Tipe Bak Unit Sedimentasi

Tipe Bak Sedimentasi	Keuntungan	Kerugian
Rectagular basin (horizontal flow)	1. Lebih toleransi terhadap beban kejut 2. kinerja yang dapat diprediksi dalam kebanyakan kondisi 3. pengoperasian yang mudah dan biaya perawatan yang rendah 4. Mudah beradaptasi dengan modul pemrogram tingkat tinggi	1. membutuhkan desain struktur inlet dan oulet yang hati-hati 2. sebenarnya membutuhkan fasilitas flokulasi terpisah
Upflow type (radial-upflow type)	1. geometri kompak yang ekonomis 2. pembuangan lumpur mudah 3. efisiensi klarifikasi yang tinggi	1. Permasalahan arus hubung singkat 2. kurang toleransi terhadap beban kejut 3. kebutuhan untuk operasi yang lebih hati-hati 4. pembatasan pada ukuran pracitis unit 5. mungkin memerlukan fasilitas flokulasi terpisah
Reactor clarifiers	1. menggabungkan flokulasi dan klarifikasi dalam satu unit	1. membutuhkan keterampilan operator yang lebih baik 2. kurang reliabilitas dibanding

Lanjutan Tabel 2.9 Keuntungan dan Kerugian Tipe Bak Unit Sedimentasi

Tipe Bak Sedimentasi	Keuntungan	Kerugian
Reactor clarifiers	2. Flokulasi dan efisiensi klarifikasi yang baik karena efek penyemaian 3. beberapa kemampuan untuk mengambil beban kejut	konvensional karena ketergantungan pada satu motor pencampur 3. tunduk pada gangguan karena efek termal
Sludge blake clarifiers	1. pelunakan dan pelepasan kekeruhan yang baik 2. Desain kompak dan ekonomis 3. mentoleransi perubahan kualitas air baku dan laju alir yang terbatas	1. sangat sensitif terhadap beban kejut 2. sensitif terhadap perubahan suhu 3. memerlukan waktu lama untuk bangun selimut lumpur yang diperlukan 4. Operasi pabrik tergantung pada satu unit flokulasi flokulasi tunggal 5. Biaya perawatan yang lebih tinggi dan kebutuhan akan keterampilan operator yang lebih besar

Sumber: Kawamura (1991, p.150)

Perencanaan ini menggunakan jenis bak persegi (aliran horizontal). Agar bak sedimentasi pengendapannya berjalan dengan baik, maka pengendapan dilengkapi dengan *plate settler* pada perencanaan bak sedimentasi ini. *plate settler* ini berfungsi sebagai penghambat gerak partikel-pertikel flok yang mengalir keatas menuju outlet bak bersama aliran air. Dengan di lengkapi *plate settler* ini, maka di harapkan akan meningkatkan efesiensi pengendapan pada bak sedimentasi ini.

Kriteria perencanaan:

- Sudut kemiringan *plate settler* 40-60^0 sesuai dengan kriteria SNI

2.5.12 Bak penyaring (Filtrasi)

Bak penyaring atau filtrasi adalah suatu proses pemisahan solid dari cairan dimana cairan dilewatkan melalui suatu media yang berongga atau berpori untuk menyisihkan sebanyak mungkin materi tersuspensi. Filtrasi digunakan dipengolahan air untuk menyaring air yang telah terkoagulasi dan mengendap untuk menghasilakan air minum dengan kualitas yang baik. Menurut tipe media yang digunakan, filter dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Filter dengan media tunggal, dengan menggunakan satu macam medium. Misalkan pasir atau anthrasit.
- Filter dangan media ganda, dengan menggunakan dua macam media, misalnya pasir dan anthrasit.
- Filter dengan multimedia, dengan menggunakan tiga macam media, misalnya pasir dan anthrasit dan garnet.

Pada perencanaan ini menggunakan jenis saringan biasa (Gravitasi) dan dengan tipe filter media ganda. Perencanaan bak filtrasi menggunakan persamaan sebagai berikut (SNI, 2008):

$$A = \frac{Q}{Vf} \quad \text{..... (2 - 25)}$$

dengan: A = luas permukaan bak filtrasi (m^2)

Q = Debit pengolahan (m^3/s)

Vf = Kecepatan filtrasi (m/s)

Pada bak filtrasi akan terjadi kehilangan tinggi tekan pada media penyaring berupa pasir dan media penyangga lainnya, kehilangan tinggi tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sabagai berikut (Huisman, 1986, p.73):

$$Io = 180 \cdot \frac{\mu}{g} \cdot \frac{(1-P)}{P\text{^}3} \cdot \frac{Vf}{d\text{^}2} \quad \text{..... (2 - 26)}$$

dengan: Io = Kehilangan tekanan saat filtrasi (m)

μ = Kekentalan kinematik (m^2/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81)

P = porositas media:

- untuk pasir p: 0,38
- untuk kerikil p: 0,40

d = Diameter butiran media penyaring (m)

Vf = Kecepatan filtrasi (m/s)

2.5.13 Desinfeksi

Unit desinfeksi bertujuan untuk membunuh mikroganisme patogen. Mikroganisme tersisih dari air secara bertahap selama proses sedimentasi, penambahan senyawa kimia, dan filtrasi. Akan tetapi agar air aman dikonsumsi manusia perlu didesinfeksi. Didesifeksi air dapat membunuh bakteri, protozoa dan virus. Kuantitas disinfektan yang dibutuhkan untuk proses ini sedikit dan tidak berbahaya bagi manusia.

Pada pengolahan ini pembubuhan zat kimia menggunakan sistem secara pemompaan. Terdapat berbagai disinfeksi yang dapat digunakan antara lain ada 2 golongan yaitu:

1. Fisik

   Pendidihan air dapat membunuh organisme penyakit dalam 15 samapai 20 menit, walaupun untuk mendapatkan air yang aman dikonsumsi, pendidihan memerlukan waktu yang lebih lama. Cahaya matahari merupakan disinfeksi alami karena sinar ultravioletnya.

2. Kimia

   Klorin, bromin yang merupakan kelompok kimia halogen, efektif sebagai disinfeksi. Agen pengoksidasi seperti potasium permanganat, klorin dioksida dan ozon juga dapat digunakan sebagai disinfeksi.

Pada perencanaan bak sedimentasi ini menggunakan bahan kimia sebagai solusi untuk mereduksi hama microganisme dan bakteri lainnya. Bahan kimia desinfektan yang dipakai yaitu klorin atau kaporit dalam perencanaan ini karena bahan mudah didapat dan lebih ekonomis. Pembubuhan desinfektan dapat dibubuhkan ke instalasi pengolahan air bersih secara gravitasi atau mekanis.

2.5.14 Netralisasi

Netralisasi berfungsi untuk menghasilkan air yang agresif. Dalam netralisasi ini bahan kmia yang akan dipakai adalah kapur. Dalam melakukan pembubuhan kapur hal yang terpenting adalah dosis kapur dan kondisi jenuh kapur. Pemberian kapur, disamping untuk menetralkan air baku yang bersifat asam setelah adanya penambahan bahan kimia berupa tawas, juga untuk membantu efektifitas proses selanjutnya. Kapur (CaO), Adapula kriteria dari pembubuhan kapur, bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap beban alkalin.

2.5.15 Bak Penampungan (*Reservoir*)

Bak penampungan atau *reservoir* mempunyai fungi untuk menampung air hasil olahan sebelum didstribusikan ke unit pelayanan. Berikut adalah jenis-jenis *reservoir*:

1. *Reservoir* bawah tanah (*Ground Reservoir*)

   Ground Reservoir di bangun di bawah tanah atau sejajar dengan permukaan tanah. *Reservoir* ini digunakan bila *head* yang dimiliki mencukupi untuk didstribusikan air minum. Jika kapasitas air yang didistribusikan tinggi, maka diperlukan *Ground Reservoir* lebiih dari satu.

2. Menara *Reservoir* (*Elevated Reservoir*)

   Reservoir ini digunakan bila *head* yang tersedia dengan menggunakan *ground reservoir* tidak mencukupi kebutuhan untuk didistribusikan secara gravitasi. Tinggi menara tergantung dengan *head* yang dibutuhkan.

hal-hal yang harus diperhatikan dalam merancang *reservoir* adalah:

1. Volume bak penampung

   Volume ditentukan berdasarkan tingkat pelayanan dengan memperhatikan fluktuasi pemakaian dalam hari disatu kota yang akan dilayani.

2. Tinggi elvasi energi

   Elevasi energi bak penampung harus bisa melayani seluruh jaringan distribusi. Elevasi energi akan menentukan sistem pengaliran dari reservoir menuju jaringan distribusi. Bila elevasi energi pada bak penampung lebih tinggi dari sistem distribusi maka pengaliran dapat dilakukan secara gravitasi.

3. Letak reservoir

   Reservoir diusahakan terletak dengan daerah distribusi. Bila topografi daerah distribusi rata maka *reservoir* dapat dilletakkan di tengah-tegah daerah distribusi.

4. Pemakaian pompa

   Jumlah pompa dan waktu pemakaian pompa harus bisa mencukupi kebutuhan pengaliran air.

dimensi bak penampung yang akan direncanakan dihitung berdasarkan persamaan berikut ini:

$$V = Q \cdot td \quad \text{..... (2 - 27)}$$

dengan: V = Volume pengaduk cepat (m^3)

Q = Debit pengolahan (m^3/s)

td = Waktu detensi (s)