

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR PERENCANAAN

2.1 Air

Air merupakan bagian dari ekosistem, yang sangat berperan penting dalam kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Menurut ilmu kimia, air adalah substansi kimia yang memiliki rumus H_2O yang merupakan satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen (H) dan oksigen (O). Pada kondisi standar, air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Air menutupi sekitar 70% permukaan bumi dengan jumlah sekitar 1.368 juta km^2 . Jumlah tersebut menunjukkan sekitar 97,23% adalah air laut, 2,15% es dan salju, sisanya 0,625% adalah air tawar yang berada di daratan (danau, sungai, dan air tanah). Persentase bentuk air tawar terhadap air di bumi adalah air tanah 0,695%, air permukaan 0,027%, dan air atmosfer 0,001% (WHO, 2003).

Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan dapat digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari. Jika ditinjau dari segi kualitas, terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, seperti bau, warna, rasa dalam kualitas fisik air, pH dan kesadahan, dalam kualitas kimia, serta kualitas biologi dimana air harus terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit (Gabriel, 2001).

2.1.1 Mata Air

Mata air merupakan air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari dalam tanah hampir tidak terpengaruhi oleh musim dan kualitasnya sama dengan air tanah dalam. Berdasarkan cara keluarnya mata air, dapat dibedakan menjadi mata air rembesan yaitu mata air yang keluar dari lereng-lereng dan mata air umbul yaitu mata air yang keluar dari suatu daratan (Suciastuti, 2002).

Kualitas air dan mata air akan sangat tergantung dari lapisan mineral tanah yang dilaluinya. Hal ini menunjukkan karakter-karakter khusus dari mata air tersebut. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya.

Sebagai sumber air minum masyarakat, maka harus memenuhi beberapa aspek yang meliputi kuantitas, kualitas dan kontinuitas. Berdasarkan sumber munculnya mata air ada dua macam yaitu *gravity springs* yaitu mata air yang muncul karena gaya gravitasi dan *artisien springs* yaitu mata air muncul ke permukaan tanah karena artesis/tekanan (WHO, 2004).

2.1.2 Mata Air sebagai Sumber Air Baku

Air baku atau *raw water* merupakan awal dari suatu proses dalam penyediaan dan pengolahan air bersih. Berdasarkan SNI 6774:2008 tentang spesifikasi pada bagian istilah dan definisi yang disebut dengan air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi ketentuan baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Sumber air baku bisa berasal dari sungai, danau, sumur air dalam, mata air dan bisa juga dibuat dengan cara membendung air buangan atau air laut. Sumber air baku harus mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut :

1. Kualitas dan kuantitas yang diperlukan
2. Kondisi iklim
3. Tingkat kesulitan pada pembangunan intake
4. Tingkat keselamatan operator
5. Ketersediaan biaya minimum operasional dan pemeliharaan untuk IPA
6. Kemungkinan terkontaminasinya sumber air pada masa yang akan datang.
7. Kemungkinan untuk memperbesar intake pada masa yang akan datang.

Dalam penyediaan sarana air bersih harus dibuat memenuhi persyaratan kesehatan, sehingga faktor pencemaran bisa dikurangi dan kualitas air yang diperoleh akan lebih baik. Oleh karena itu sarana perlindungan mata air yang baik harus memenuhi syarat lokasi dan konstruksi. Berdasarkan Petunjuk Teknis Sub Bidang Air Bersih pada Lampiran 3.a Peraturan Menteri PU No.39/PRT/M/2006, syarat lokasi dan konstruksi Perlindungan Mata Air adalah sebagai berikut :

1. Syarat Lokasi
 - a. Untuk menghindari pengotoran yang harus diperhatikan adalah jarak mata air dengan sumber pengotoran atau pencemaran lainnya
 - b. Sumber air harus pada mata air dan diperkirakan mencukupi kebutuhan.
 - c. Sumber air terdapat pada lokasi air tanah yang terlindungi dan tidak mudah

longsor yang disebabkan oleh proses alam.

2. Syarat Konstruksi

- a) Tutup bak perlindungan dan dinding bak rapat air, pada bagian atas atau belakang bak perlindungan dibuatkan saluran dan selokan air yang arahnya keluar bak, agar tidak mencemari air yang masuk ke bak penangkap
- b) Pada bak perlindungan dilengkapi pipa peluap (*overflow*) yang dipasang dengan saringan kawat kasa.
- c) Tutup bak (*manhole*) terbuat dari bahan yang kuat dan rapat air, ukuran garis tengah minimum 60 cm (sebaiknya bundar) pada atas bak penampungannya.
- d) Lantai bak penampungan harus rapat air dan mudah dibersihkan serta mengarah pada pipa penguras.
- e) Dilengkapi saluran pembuangan air limbah yang rapat air dan kemiringan minimal 2%.

2.2 Air Minum

Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MenKes/2010 Pasal 3, “Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan”. Adapun Persyaratan kualitas air minum dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Syarat Kualitas Air Minum Parameter Fisika, Kimia, Biologi

No	Parameter	Satuan	Kadar yang diizinkan
Fisika			
1	Bau		Tidak Berbau
2	Warna	TCU	15
3	TDS	mg/l	500
4	Kekeruhan	NTU	5
5	Rasa	-	Tidak Berasa
6	Suhu	C	Suhu udara ± 3
Kimia			

No	Parameter	Satuan	Kadar yang diizinkan
1	Arsen	mg/l	0,01
2	Fluorida	mg/l	1,5
3	Total Kromium	mg/l	0,05
4	Kadmium	mg/l	0,003
5	Nitrit (Sebagai NO ₂)	mg/l	3
6	Nitrat (Sebagai NO ₃)	mg/l	50
7	Sianida	mg/l	0,07
8	Selenium	mg/l	0,01
9	Alumunium	mg/l	0,2
10	Besi	mg/l	0,3
11	Kesadahan	mg/l	500
12	Khlorida	mg/l	250
13	Mangan	mg/l	0,4
14	Ph		6,5 - 8,5
15	Seng	mg/l	3
16	Sulfat	mg/l	250
17	Tembaga	mg/l	2
	Biologi		
1	E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
2	Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0

Sumber : Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

2.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak,

menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan. Kebutuhan air adalah sejumlah air yang digunakan untuk berbagai peruntukan atau kegiatan masyarakat dalam wilayah tertentu. Kebutuhan air bersih dikategorikan menjadi dua bagian yaitu kebutuhan air rumah tangga (kebutuhan domestik) dan kebutuhan fasilitas umum (kebutuhan non domestik) seperti perkantoran, sekolah, industri, irigasi, serta pemeliharaan fasilitas lainnya kualitas (Asmadi, 2011).

2.3.1 Kebutuhan Air Domestik

Air bersih yang dibutuhkan untuk aktivitas sehari-hari disebut kebutuhan domestik (*domestik demand*) dalam hal ini termasuk air minum, memasak, dan lain-lain. Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2012).

Untuk memperkirakan jumlah kebutuhan air domestik saat ini dan di masa mendatang dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air perkapita. Kebutuhan air perkapita dipengaruhi oleh aktivitas fisik dan kebiasaan atau tingkatan kesejahteraan penduduk. Oleh karena itu, dalam memperkirakan besarnya kebutuhan air domestik perlu dibedakan antara kebutuhan air untuk penduduk daerah urban (perkotaan) dan daerah rural (pedesaan). Besarnya konsumsi air dapat mengacu pada berbagai macam standar yang telah dipublikasikan. Untuk menyajikan standar kebutuhan air domestik menurut peraturan dari Departemen Cipta Karya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2. 2 Kriteria Perencanaan Kebutuhan Air Domestik Berdasarkan Jumlah Penduduk

Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk				
	<1.000.000	<500.00 s/d 1.000.000	100.00 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (lt/org/hr)	190	170	130	100	80
Konsumsi Unit Hidran (HU) (lt/org/h)	30	30	30	30	30
Konsumsi Unit Non Domestik (lt/org/hr)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jumlah Jiwa per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
Jumlah Jiwa per HU (Jiwa)	100	100	100	100-200	100-200
Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10

SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
Jam operasional	24	24	24	24	24

Sumber : Departemen Cipta Karya,2017

2.3.2 Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air dasar non-domestik merupakan kebutuhan air bagi penduduk diluar lingkungan perumahan. Kebutuhan air non domestik sering juga disebut kebutuhan perkotaan (*municipal*). Besar kebutuhan air bersih ini ditentukan banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas perkantoran (pemerintah dan swasta), tempat-tempat ibadah (masjid, gereja,pura), pendidikan (sekolah-sekolah), tempat umum dan tempat komersil. Kebutuhan ini sangat dipengaruhi oleh tingkat dinamika kota dan jenjang suatu kota. Untuk memperkirakan kebutuhan air perkotaan suatu daerah maka diperlukan data-data lengkap tentang fasilitas daerah tersebut.

Analisis sektor non-domestik dilaksanakan dengan analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas-fasilitas sosial ekonomi yang ada pada wilayah perencanaan. Kebutuhan air non domestik untuk kota dapat dibagi dalam beberapa kategori sebagai berikut :

1. Kategori I (Kota Metro)
2. Kategori II (Kota Besar)
3. Kategori III (Kota Sedang)
4. Kategori IV (Kota Kecil)
5. Kategori V (Desa)

Kebutuhan air non domestik menurut kriteria perencanaan Dinas PU dapat dilihat dalam tabel 2.3 dan tabel 2.4 berikut. Tabel – tabel tersebut menampilkan standar yang dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan air perkotaan apabila data rinci mengenai fasilitas kota dapat diperoleh berikut adalah kebutuhan air non domestik kategori I,II,III,IV,V (Departemen Cipta Karya,2017).

Tabel 2. 3 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori I,II,III,IV

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12000	Liter/unit/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hektar

Sumber : Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2018

Tabel 2. 4 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori V (Desa)

Bangunan	Nilai	Satuan
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1200	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari

Sumber : Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2018

2.4 Sistem Penyediaan Air Minum

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) menyatakan bahwa Sistem Penyediaan Air Minum merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum, dimana penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Sistem Penyediaan Air Minum dibagi menjadi dua yaitu SPAM Jaringan Perpipaan (JP) dan SPAM Bukan Jaringan Perpipaan (BJP). SPAM Jaringan Perpipaan meliputi ; unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan unit pelayanan. SPAM Bukan Jaringan Perpipaan terdiri dari sumur dangkal, sumur pompa, bak penampung air hujan, terminal air, dan bangunan penangkap mata air.

2.4.1 SPAM Jaringan Perpipaan

SPAM jaringan perpipaan adalah Sistem Penyediaan Air Minum Jaringan Perpipaan (SPAM JP) menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, yakni satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan Air Minum yang disalurkan kepada pelanggan melalui sistem perpipaan. SPAM JP diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas Air Minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran. Syarat SPAM JP meliputi :

- 1) Kuantitas air minum yang dihasilkan paling sedikit mencukupi Kebutuhan Pokok Air Minum sehari-hari.
- 2) Kualitas air minum yang dihasilkan harus sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- 3) Kontinuitas pengaliran air minum selama 24 (dua puluh empat) jam per hari.

Berdasarkan PP No.122 Tahun 2015 SPAM JP meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan unit pelayanan. Unit air baku terdiri dari bangunan penampung air, bangunan pengambilan atau penyadapan, alat pengukuran dan alat pemantauan sistem pemompaan dan bangunan sarana pembawa serta perlengkapannya. Unit produksi merupakan infrastruktur yang dapat digunakan untuk proses pengolahan air baku menjadi air minum melalui proses fisika, kimia, dan biologi. Unit produksi terdiri dari bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukuran dan peralatan pemantauan, dan bangunan

pemantauan air minum. Unit distribusi adalah sarana yang digunakan untuk mengalirkan air minum dari bangunan penampungan sampai unit pelayanan, yang terdiri dari jaringan distribusi dan perlengkapannya, bangunan penampungan alat pengukuran serta alat pemantauan. Unit pelayanan merupakan titik pengambilan air, yang terdiri dari sambungan langsung, hidran umum dan hidran kebakaran.

1. Unit Air Baku

Unit air baku terdiri dari bangunan penampung air, bangunan pengambilan atau penyadapan, alat pengukuran dan alat pemantauan sistem pemompaan dan bangunan sarana pembawa serta perlengkapannya.

Bangunan sadap atau intake adalah bangunan untuk pengambilan air baku pada sumber air, yaitu: sungai, danau, atau waduk. Keandalan kuantitas dan kualitas merupakan faktor penting dari fungsi suatu intake. Pada sistem air baku dengan kapasitas pasok yang kecil maka intakenya cukup sederhana, misalnya hanya sebuah pipa dengan saringan yang dibenamkan ke dalam badan air. Namun untuk sistem air baku dengan kapasitas besar yang melayani sistem penyediaan air minum skala besar atau banyak sistem penyediaan air minum maka bangunan intake tidak sederhana lagi. Pada Intake yang berkapasitas besar, sistem masuknya air ke dalam intake dapat berupa suatu bangunan besar seperti menara atau bangunan besar yang terbenam di dalam badan air. Pada unit intake pada umumnya dilengkapi dengan pintu air untuk menyekat (schot balk) ketika kolam intake dirawat dan saringan kasar (Trash rack) untuk mencegah masuknya sampah dan barang-barang kasar lainnya ke dalam kolam intake (Ditjen Cipta Karya, 2006).

Broncaptering adalah salah satu jenis bangunan penangkap aliran rembesan air dari sumbernya, dengan konstruksi beton semen dilengkapi ijuk dan kerikil sebagai penyaring air. *Broncaptering* berfungsi melindungi dan menangkap air dari mata air untuk ditampung dan disalurkan menggunakan pipa transmisi ke *reservoir* (Permen PUPR, 2007).

2. Unit Produksi

Unit produksi terdiri dari bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukuran dan peralatan pemantauan, dan bangunan pemantauan air minum.

Berdasarkan SNI 6774:2008 instalasi pengolahan air yang selanjutnya

disebut unit paket instalasi pengolahan air adalah unit paket yang dapat mengolah air baku melalui proses fisik, kimia dan atau biologi tertentu dalam bentuk yang kompak sehingga menghasilkan air minum yang memenuhi baku mutu yang berlaku. Adapun unit lengkap IPA yang dapat digunakan dalam mengolah air baku permukaan sebagai berikut :

1. *Koagulasi*

Koagulasi adalah penambahan bahan kimia (koagulan) pada proses koagulasi dengan pengadukan cepat, memberikan kesempatan kepada koagulan untuk membentuk inti *flok* yang berasal dari partikel koloid yang ada dalam air. Faktor –faktor yang mempengaruhi koagulasi adalah (Saputri, 2011) :

a. Pemilihan bahan kimia

Pemilihan *koagulan* dan *koagulan* pembantu, merupakan suatu program lanjutan dari percobaan dan evaluasi yang biasanya menggunakan Jar test. Seorang operator dalam pengetesan untuk memilih bahan kimia, biasanya dilakukan di laboratorium. Pemilihan bahan kimia perlu pemeriksaan terhadap karakteristik air baku yang akan diolah yaitu :

- Suhu
- pH
- *Alkalinitas*
- Kekeruhan
- Warna

b. Penentuan dosis optimum *koagulan*

Memperoleh *koagulasi* yang baik, dosis optimum *koagulan* harus ditentukan. Dosis optimum mungkin bervariasi sesuai dengan karakteristik dan seluruh komposisi kimiawi di dalam air baku, tetapi biasanya dalam hal ini *fluktuasi* tidak besar, hanya pada saat-saat tertentu dimana terjadi perubahan kekeruhan yang drastis (waktu musim hujan/banjir) perlu penentuan dosis optimum berulang-ulang.

c. Penentuan pH optimum

Penambahan garam aluminium atau garam besi, akan menurunkan pH air, disebabkan oleh reaksi hidrolisis garam tersebut, seperti yang telah diterangkan di atas. Koagulasi optimum bagaimanapun juga akan berlangsung pada nilai pH tertentu (pH optimum), dimana pH optimum harus ditetapkan dengan jar-test.

Jenis – jenis *koagulan* yang dapat digunakan dalam proses koagulasi adalah sebagai berikut :

a. *Aluminium Sulfat* ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$)

Biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas oleh *operator water treatment* namun ada juga kerugiannya, yaitu umumnya dipasok dalam bentuk padatan sehingga perlu waktu yang lama untuk proses pelarutan.



Air akan mengalami,



Selanjutnya,



Selain itu akan dihasilkan asam,



b. *Sodium Aluminate* (NaAlO_2)

Digunakan dalam kondisi khusus karena harganya yang relatif mahal. Biasanya digunakan sebagai koagulan sekunder untuk menghilangkan warna dan dalam proses pelunakan air dengan lime soda ash.

c. *Ferrous Sulfate* ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Dikenal sebagai Copperas, bentuk umumnya adalah granular. Ferrous Sulfate dan lime sangat efektif untuk proses penjernihan air dengan pH tinggi ($\text{pH} > 10$).

d. *Chlorinated Copperas*

Dibuat dengan menambahkan klorin untuk mengoksidasi Ferrous Sulfate. Keuntungan penggunaan koagulan ini adalah dapat bekerja pada jangkauan pH 4,8 hingga 11.

e. *Ferrie Sulfate* ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$)

Mampu untuk menghilangkan warna pada pH rendah dan tinggi serta dapat menghilangkan Fe dan Mn.

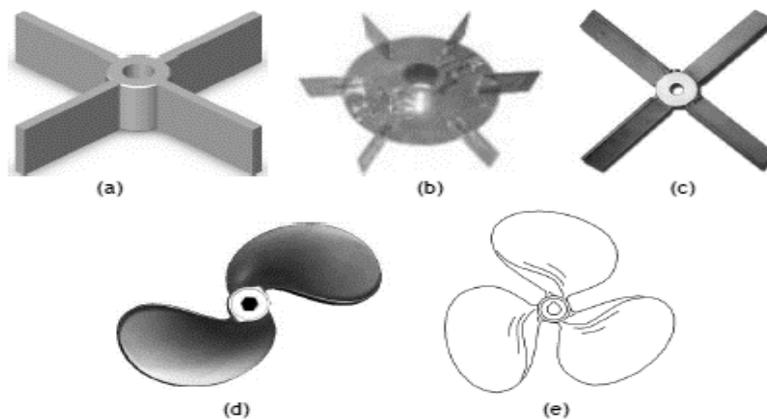
f. *Ferrie Chloride* ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Pengolahan air penggunaannya terbatas karena bersifat korosif dan tidak tahan untuk penyimpanan yang terlalu lama.

Jenis pengadukan berdasarkan metode pengadukan dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Pengadukan mekanis

Pengadukan mekanis adalah metode pengadukan menggunakan peralatan mekanis yang terdiri atas motor, poros pengaduk (shaft), dan alat pengaduk (*impeller*). Peralatan tersebut digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Berdasarkan bentuknya, ada tiga macam *impeller*, yaitu *paddle* (pedal), turbin, dan *propeller* (baling-baling). Gambar dari ketiga bentuk tersebut dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 2. 1 Tipe turbin dan propeller, (a) turbine biade lurus, (b) turbine blade dengan piringan, (c) turbin dengan blade menyerong, (d) propeller 2 blade, (e) propeller 3 blade

Sumber : Mulyadi, 2007

Pengadukan mekanis dengan tujuan pengadukan cepat umumnya dilakukan dalam waktu singkat dalam satu bak. Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan, yaitu G dan td . Pengadukan dengan sistem ini memiliki karakteristik antara lain:

- a. Turbulensi tergantung dari daya motor, Hal ini berkaitan dengan nilai gradien kecepatan yang dihasilkan dimana semakin besar daya motor maka semakin besar gradien kecepatan yang dihasilkan.
- b. Tidak tergantung dari debit aliran. Hal ini merupakan kelebihan dari sistem

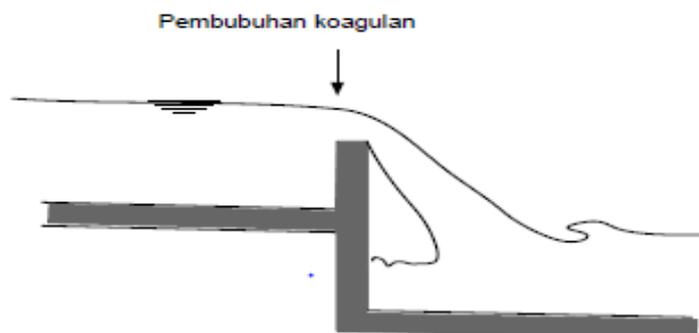
pengadukan mekanis dimana pengadukan dengan dengan sistem ini tidak dipengaruhi oleh debit aliran. Debit aliran pada umumnya mempengaruhi ketinggian muka air dimana untuk sistem pengadukan hidrolis ketinggian muka air ini mempengaruhi nilai dari gradien kecepatannya.

2. Pengadukan Hidrolis

Pengadukan *hidrolis* adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan. Tenaga pengadukan ini dihasilkan dari energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran *hidrolik*. Energi *hidrolik* dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran. Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan cepat haruslah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang besar. Dalam hal ini dapat dilihat dari besarnya kehilangan energi (*headloss*) atau perbedaan muka air. Tujuan menghasilkan *turbulensi* yang besar tersebut, maka jenis aliran yang sering digunakan sebagai pengadukan cepat adalah terjunan, loncatan hidrolik, dan *parshall flume*.

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan lambat adalah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang lebih kecil. Aliran air dibuat relatif lebih tenang dan dihindari terjadinya turbulensi agar flok yang terbentuk tidak pecah lagi. Beberapa contoh pengadukan hidrolis untuk pengadukan lambat adalah kanal bersekat, perforated wall, gravel bed dan sebagainya. Pengadukan dengan sistem hidrolis memiliki karakteristik sebagai berikut (Reynolds, 1982):

- a. Turbulensi bergantung pada tinggi level air
- b. Tergantung pada debit aliran



Gambar 2. 2 Pengadukan Cepat dengan Terjunan

Sumber : Kawamura, 1991

Berdasarkan perencanaan pengolahan air minum pada *koagulasi* menggunakan pengadukan mekanis karena tidak bergantung pada debit aliran, waktu pengadukan lebih singkat dalam satu bak dan tidak berpengaruh pada ketinggian muka air. Sistem ini biasanya digunakan pada pengolahan PDAM sehingga sistem mekanis yang dapat digunakan pada air baku Sungai Kapuas. Koagulan yang digunakan yaitu aluminium sulfat karena yang paling sering digunakan untuk menurunkan kadar karbonat dan harga lebih murah.

2. Flokulasi

Flokulasi merupakan pengadukan lambat untuk menggabungkan partikel - partikel *koloid* yang telah terdestabilisasi menjadi *flok-flok* yang dapat diendapkan pada unit pengolahan berikutnya dengan cepat (Anggraeni, 2011).

Pengadukan lambat digunakan dalam proses *flokulasi* bertujuan untuk :

- a. Memberikan kesempatan kepada partikel *flok* yang sudah terbentuk inti flok untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar
- b. Memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil.
- c. Mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Setelah partikel-partikel koloid mengalami destabilisasi, sangat penting untuk membawa partikel-partikel tersebut ke dalam suatu wadah berpengaruh antara satu dengan yang lainnya sehingga dapat menggumpal dan membentuk partikel atau flok yang lebih besar. Pengadukan pada bak flokulasi harus diatur sehingga kecepatan pengadukan semakin ke hilir semakin lambat, serta pada umumnya waktu detensi pada bak ini adalah 20 sampai dengan 40 menit. Hal tersebut dilakukan karena flok yang telah mencapai ukuran tertentu tidak bisa menahan gaya tarik dari aliran air dan menyebabkan flok pecah kembali, oleh sebab itu kecepatan pengadukan dan waktu detensi dibatasi. Hal lain yang harus diperhatikan pula adalah konstruksi dari unit flokulasi ini harus bisa menghindari aliran mati pada bak (Reynolds, 1982). Berdasarkan perencanaan pengolahan air minum pada unit koagulasi menggunakan cara mekanik yang paling banyak digunakan dan tidak memanfaatkan desain aliran air (perubahan diameter pipa ataupun dengan peluap). Pengadukan hidrolis dengan baffled channel menitikberatkan pada konstruksi pada celah antar *baffled* (Masduqi, 2012).

3. Sedimentasi

Bangunan sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan *flokulen* yang terbentuk akibat adanya penambahan *koagulan* pada proses koagulasi dan flokulasi. Bentuk bangunan sedimentasi secara umum berupa (Anggraeni, 2011):

a) Segi empat (*rectangular*)

Air baku mengalir secara horizontal dari inlet menuju outlet. Partikel flokulen yang terbentuk diharapkan mengendap secara gravitasi ke *settling zone*.

b) Lingkaran (*circular*)

Air baku masuk melalui bagian tengah lingkaran dan secara horizontal menuju ke outlet di bagian keliling lingkaran. Partikel flokulen yang terbentuk mengendap secara gravitasi ke bawah.

Pada bangunan sedimentasi ini, terdapat beberapa zona yang mendukung proses pengendapan, yaitu zona inlet, zona pengendapan, dan zona lumpur (Lumbessy, 2013). Perbandingan panjang dan lebar bak sedimen yang sesuai dengan kriteria adalah 6:1 - 4:1, sedangkan perbandingan lebar dengan ketinggian bak 3:1 - 6:1 (Kawamura,1991). Pada zona pengendapan terjadi proses pengendapan dari partikel flokulen, aliran air sangat berpengaruh dalam proses ini karena aliran tersebut dapat menjaga keutuhan flokulen agar tidak terpecah ($N_{re} < 2000$) dan cukup waktu untuk mengendap.

4. *Filtrasi*

Proses *filtrasi* adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir dan untuk removal sifat fisik air baku yaitu kekeruhan serta mikrobiologi yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan tipe media yang digunakan, filter dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Anggreani, 2011) :

1. Filter media tunggal. Filter ini memiliki satu tipe medium, biasanya pasir atau *crushed anthracite coal*.
2. Filter media ganda. Filter ini memiliki dua tipe medium, biasanya *crushed anthracite* dan pasir.
3. Filter multimedia. Filter ini memiliki tiga tipe media, biasanya *crushed anthracite*, pasir, dan garnet.

Jenis saringan pada unit filtrasi mempunyai 2 saringan yaitu (Joko, 2010) :

1. Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*)

Didesain dengan kecepatan penyaringan lambat, namun dapat menyaring zat

pengotor hingga diameter yang lebih kecil dibandingkan saringan pasir cepat. Sistem pencuciannya dengan cara *scraping* lapisan atas, namun memakan waktu hingga 1-2 bulan. Luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan penyaringan pasir cepat.

2. Saringan Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*)

Kecepatan penyaringan pasir cepat relatif lebih besar, pencuciannya menggunakan *back wash*, atau air dialirkan dari bawah media ke arah atas, dan memakan waktu 1-2 hari. Biasanya digunakan dalam pengolahan air pada tipe gravitasi dan umumnya ditempatkan pada kolam dari beton yang terbuka. Panjang proses penyaringan tergantung kualitas *feed water* dan jarak proses penyaringan antara satu hari sampai beberapa hari, pencucian untuk pemisahan flok yang dikumpulkan di atas dan dalam *filter bed*. Untuk mencuci filter kran influen ditutup, jika air yang disaring ke bawah, kran efluent ditutup. (Anggraeni, 2011).

5. *Disinfeksi*

Desinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri, *protozoa*, dan virus dengan kuantitas *desinfektan* yang kecil dan tidak beracun bagi manusia. Reaksi desinfeksi yang terjadi harus dilaksanakan di bawah kondisi normal, termasuk suhu, aliran, kualitas air, dan waktu kontak. Hal ini akan membuat air menjadi tidak beracun, tidak berasa, lebih mudah diolah, ekonomis, serta akan meninggalkan residu yang tetap untuk jangka waktu yang aman, sehingga kontaminan dapat dihilangkan (Al-Layla, 1980).

Kebutuhan klor dalam suatu perencanaan *desinfeksi* memberikan sisa klor aktif agar dalam distribusi air produksi tidak terkontaminasi mikroorganisme bila terjadi kebocoran dalam pipa. Klorinasi dapat dilakukan dengan penambahan kalsium hipoklorit (CaOCl_2) sebagai sumber klornya dapat pula dengan gas Cl_2 . Dosis klor dapat bervariasi tergantung pada kualitas air, temperatur dan kondisi iklim yang lain. Kadar klorin dalam kaporit adalah 65-70% dan masa 80-98 gr/100 ml, sedangkan klorin dalam gas Cl_2 adalah 99% (Droste, 1997). Sisa klor sebesar 0,5 mg/L dalam air dapat membunuh bakteri dalam air dengan efektif, namun akan menimbulkan bau klor apa bila melebihi 2 mg/L (Masduqi, 2012). Adapun sifat-sifat gas klor, antara lain (Qasim, 2000) :

1. Dalam keadaan gas berwarna kuning kehijau-hijauan

2. Dalam keadaan cair berwarna batu ambar
3. Gas klor 2,48 x lebih berat dari udara
4. klor cair 1,44 x lebih berat dari air
5. klor cair terlihat jernih
6. Mudah menguap
7. Daya larut gas klor 0,7293 gr/100 gr H₂O pada 20°C CC dan 1 atm

Tabel 2. 5 Tabel Dosis Klor Untuk Desinfeksi

Tujuan Pengolahan	Dosis Klor (mg/l)	Waktu Kontak (menit)	Rentang pH
Residu klor kombinasi	1 - 5		7 - 8
Reaksi <i>breakpoint</i>	6 – 8 x mg/L NH ₃	20	6,5 - 8,5
Pembentukan <i>monokloramin</i>	3 – 4 x mg/L NH ₃	30	7 - 8
Pembentukan residu klor Bebas	6 – 8 x mg/L NH ₃	30	6,5 - 8,5

Sumber: Qasim et al., (2000)

3. Unit Distribusi

Unit distribusi adalah sarana yang digunakan untuk mengalirkan air minum dari bangunan penampungan sampai unit pelayanan, yang terdiri dari jaringan distribusi dan perlengkapannya, bangunan penampungan alat pengukuran serta alat pemantauan.

Bangunana *reservoir* atau bak penampung berfungsi sebagai penampung atau penyimpan air, baik dari hasil olahan (jika menggunakan pengolahan) maupun langsung dari sumber mata air. Selain itu, bak penampung berfungsi untuk mengatasi masalah naik turunnya kebutuhan air dan merupakan bagian dari pengelolaan distribusi air di masyarakat. Bak penampung juga dapat digunakan untuk pengambilan air langsung (seperti hidran umum). Bak penampung juga dapat memperbaiki mutu air melalui proses pengendapan. Bangunan bak penampung dapat berupa beton cor, pasangan bata, atau bak plastik (fiber) yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi. Bak penampung harus kedap air dan tidak mudah

bocor. Bak penampung yang akan digunakan pada perencanaan pengolahan air minum yaitu ground tank karena dapat mengatasi masalah naik turunnya kebutuhan air dan pembuatan konstruksinya lebih murah (Al-Layla, 1980).

2.4.2 SPAM Bukan Jaringan Perpipaan

Sistem Penyediaan Air Minum Bukan Jaringan Perpipaan (SPAM BJP) menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, yakni satu kesatuan sarana prasarana penyediaan Air Minum yang disalurkan atau diakses pelanggan tanpa sistem perpipaan. SPAM BJP diselenggarakan untuk mewujudkan akses aman air minum pada penyediaan air minum yang diakses langsung oleh pelanggan tanpa sistem perpipaan. SPAM BJP terdiri atas sumur dangkal, sumur pompa, bak penampungan air hujan, terminal air, dan bangunan penangkap mata air.

2.5 Dasar Perencanaan

2.5.1 Analisis Kualitas Air Baku

Air baku yang digunakan merupakan air baku yang berasal dari mata air gunung Seraung yang merupakan salah satu dari sumber air baku potensial yang berada di Kecamatan Menyuke. Hasil analisis kualitas mata air dibandingkan persyaratan Baku Mutu Air Nasional dalam Lampiran VI bagian ke-II PP 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk mengetahui kualitas air baku yang digunakan.

Tabel 2. 6 Tabel Baku Mutu Air Nasional untuk Air Danau dan Sejenisnya

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diizinkan
Fisika			
1	Warna	TCU	50
2	TDS	mg/l	1000
3	Kekeruhan	NTU	25
4	Suhu	⁰ C	Suhu udara ± 3
5.	Rasa		Tidak Berasa
6.	Bau		Tidak Berbau

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diizinkan
Kimia			
WAJIB			
1	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Fluorida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5	Mangan	mg/l	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8	Sianida		0,1
9	Deterjen	mg/l	0,05
10	Pestisida total	mg/l	0,1
TAMBAHAN			
1	Air raksa	mg/l	0,001
2	Arsen	mg/l	0,05
3	Kadmium	mg/l	0,005
4	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5	Selenium	mg/l	0,01
6	Seng	mg/l	15
7	Sulfat	mg/l	400
8	Timbal	mg/l	0,05
9	Benzene	mg/l	0,01
10	Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10
Biologi			
1	Total coliform	CFU/100 ml	50
2	E. coli	CFU/100 ml	0

Sumber : PerMenKes, 2017

2.5.2 Proyeksi Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan faktor yang paling penting dalam perencanaan kebutuhan air minum. Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung perkiraan jumlah kebutuhan air minum. Menurut Mangkoedihardjo, 1985 beberapa faktor yang mempengaruhi proyeksi penduduk adalah jumlah penduduk dalam suatu wilayah, kecepatan pertumbuhan penduduk, dan kurun waktu proyeksi. Dalam melakukan proyeksi penduduk paling tidak dibutuhkan data jumlah penduduk dalam 10 tahun terakhir. Proyeksi jumlah penduduk di suatu daerah pada masa yang akan datang dapat ditentukan dengan metode *Geometrik*, *Aritmatik*, dan eksponensial.

1. Perhitungan metode geometri

Perhitungan proyeksi penduduk dengan menggunakan metode proyeksi geometri digunakan apabila pertumbuhan penduduk diasumsikan mengikuti nilai deret geometri. Proyeksi geometri dapat dihitung dengan (Mangkoedihardjo, 1985) rumus sebagai berikut:

Rumus :

$$P_n = P_0(1 + r)^{dn} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana,

P_0 = Jumlah Penduduk mula-mula

P_n = Penduduk tahun, n

dn = kurun waktu

r = rata-rata persentase tambahan penduduk per tahun

2. Perhitungan metode aritmatika

Metode ini adalah metode perhitungan perkembangan penduduk dengan jumlah sama setiap tahun, dengan rumus sebagai berikut (Mangkoedihardjo, 1985):

Rumus :

$$P_n = P_0 (1+in) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)

i = ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%)

n = periode tahun perencanaan

3. Perhitungan Metode Eksponensial

Perkembangan penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut (Mangkoedihardjo, 1985):

$$P_n = P_0 \times e^n \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P_0 = Jumlah Penduduk mula-mula

P_n = Penduduk tahun, n

e = bilangan logaritma natural besarnya sama dengan 2.7182818

4. Dasar Pemilihan Metode Proyeksi Penduduk

Pemilihan metode proyeksi penduduk dilakukan untuk menemukan hasil yang mendekati jumlah proyeksi penduduk yang sebenarnya. Pemilihan proyeksi penduduk menurut Permen PU No.18/PRT/M/2007, didasarkan pada standar deviasi. Standar deviasi adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai statistik seberapa dekat dengan data rata-rata data statistik tersebut. Semakin kecil nilai standar deviasi, maka data tersebut semakin mendekati nilai rata-rata, sebaliknya semakin besar nilai standar deviasi semakin lebar rentang variasi datanya. Pemilihan proyeksi penduduk berdasarkan standar deviasi ditentukan berdasarkan nilai standar deviasi yang mendekati 1 (Mangkoedihardjo, 1985)

Rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

S = Standar deviasi

x_i = jumlah penduduk yang diketahui (variabel independen x)

x = nilai rata rata x

n = jumlah data

2.5.3 Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air domestik IKK Menyuke sesuai dengan Ditjen Cipta Karya, 2000 untuk jumlah penduduk dibawah 20.000 jiwa, termasuk Kota kecil dengan konsumsi air tiap sambungan rumah sebesar 80-120 lt/orang/hari. Kebutuhan air domestik IKK Menyuke yaitu sebesar 10% - 15% dari jumlah kebutuhan air domestik (PU Cipta Karya, 2015).

2.5.4 Bangunan Penyadap Mata Air (*broncaptering*)

Pengambilan air baku untuk perencanaan air minum di IKK MENYUKE, menggunakan bangunan penyadap mata air atau *broncaptering*. Dasar dalam menentukan lokasi *broncaptering* disesuaikan dengan SNI 7829:2012 tentang bangunan pengambilan air baku untuk instalasi pengolahan air minum yaitu :

Pengambilan air baku harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar Penempatannya pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung tanah, gaya geser, dan lain-lain melalui pengujian yang sesuai dengan SNI 03-2827-1992 :

1. Dimensinya harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
2. Peletakan inlet dan outlet harus mempertimbangkan *fluktuasi* permukaan air;
3. Penempatannya dapat memungkinkan pengoperasian secara gravitasi;
4. Konstruksinya direncanakan dengan umur efektif atau lifetime minimal 25 tahun;
5. Bahan atau material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah yang bersangkutan.

Bangunan *broncaptering* memiliki beberapa jenis dan tipe. Tipe - tipe bangunan *broncaptering* terdapat dua jenis, yaitu (Departemen PU, 2007) :

1. Tipe I berdasarkan tipe bangunan penangkap mata air, tergantung pada kondisi arah aliran keluarnya air ke permukaan tanah, terdiri dari :
 - Tipe IA : Dipilih apabila arah aliran artesis berpusat
 - Tipe IB : Dipilih apabila arah aliran artesis tersebar
 - Tipe IC : Dipilih apabila arah aliran artesis vertikal
 - Tipe ID : Dipilih apabila arah aliran gravitasi kontak
2. Tipe II berdasarkan volume bak penampung terdiri dari :
 - Tipe IIA : Volume bak penampung $2 \times 2 \text{ m}^2$ terbuat dari pasangan batu bata kedap air
 - Tipe IIB : Volume bak penampung $2 \times 5 \text{ m}^2$ terbuat dari pasangan batu bata kedap air
 - Tipe IIC : Bak penampungan menggunakan hidran umum dengan volume $2 \times 2 \text{ m}^2$ terbuat dari *fiberglass*.

Sedangkan ditinjau dari jenis pelayanannya terdapat 2 jenis *broncaptering*, yaitu :

1. *Broncaptering* gravitasi.
2. *Broncaptering* pemompaan.

2.5.5 Hidrolika Pipa Transmisi

Air akan mengalir apabila terjadi perbedaan tekanan, pada titik bertekanan besar ke tekanan kecil. Aliran air berdasarkan tekanan dibedakan menjadi dua, yaitu aliran tertutup dan aliran terbuka. Rumus yang digunakan dalam menentukan dimensi saluran terbuka menggunakan rumus Manning. Rumus saluran terbuka dapat dilihat pada persamaan berikut (Novita, 2015) :

$$Q = 1/n \times A \times R^2 \times S^{1/2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran (l/detik)

n = Koefisien kekasaran manning

A = Luas penampang basah (m²)

R = Jari-jari hidrolik (m)

S = Kemiringan dasar saluran (m/m)

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/detik)

P = Keliling basah (m)

b = Lebar saluran (m)

h = Kedalaman saluran (m)

$$hf = S \times L \dots\dots\dots(2.7)$$

$$hp = \frac{Q}{\mu \times b \times h} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

hf = Kehilangan tekanan (m)

L = Panjang saluran (m)

hfP = Kehilangan tekanan pada pintu air (m)

b = Lebar pintu air (m)

h = Tinggi air (m)

Modifikasi saluran terbuka berupa bak penampung dan bak pelimpah

dilengkapi dengan *weir* berfungsi sebagai penyalur air dengan terlebih dahulu menahan sementara air yang akan disalurkan. Persamaan untuk menghitung dimensi *weir* dan *gutter* dapat dilihat pada persamaan berikut, (Novita, 2015):

$$L = Q/WRL \dots \dots \dots (2.9)$$

$$w = \frac{Q}{yc \times g} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan :

L = Panjang weir (m)

WLR = Weir loading rate (m³/m.detik)

w = Lebar gutter (m)

yc = Tinggi muka air di gutter (m)

Kehilangan tekanan air pada pipa (*headloss*) terjadi karena gaya gesek antara fluida dengan permukaan pipa yang dilaluinya. Kehilangan tekanan pada pipa ada dua macam yaitu *major losses* dan *minor losses*. *Major losses* merupakan kehilangan tekanan sepanjang pipa lurus dimana dihitung dengan rumus Hazem-William. *Major losses* juga dipengaruhi oleh koefisien Hazem-Wiliam (C) dimana untuk pipa besi adalah 120-130 (Kawamura, 1991). Perhitungan headloss pada pipa menggunakan persamaan berikut :

$$hf = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,85}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

Hf = Mayor losses (m)

L = Panjang pipa (m)

Q = Debit aliran (l/detik)

C = Koefisien Hazen-Willam

Tabel 2. 7 Koefisien C dari Hazen William Tabel Koefisien C dari Hazen Willian

No	Jenis Pipa	Koefisien Manning
1	Asbes cement (ACP)	120
2	U-PVC	120
3	Ductile (DCIP)	130
4	Besi Tulang (CIP)	110

5	GIP	110
6	Baja	110
7	Pre-stess Concrate (PSC)	120

Sumber : Novita, 2015

Minor losses yaitu kehilangan tekanan yang terjadi pada aksesoris pipa yang digunakan, misal *elbow, tee, reducer, valve* dan lainnya. Persamaan yang digunakan (Kawamura, 1991):

$$hf = K \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.12)$$

Untuk belokan lengkung sering dipakai rumus Fuller (Sularso, 1983), dimana nilai dari koefisien kerugian dinyatakan sebagai:

$$k = [0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R}\right)^{3,5}] \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0,5}$$

Keterangan :

Hf = *Minor losses* (m)

k = Konstanta aksesoris

v = Kecepatan aliran (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi (m/detik²)

d = diameter pipa

θ = sudut kemiringan

2.5.6 Pompa Air Baku

Dalam memilih suatu pompa untuk jaringan distribusi air minum harus tersedia data-data mengenai sistem pemompaan maupun data-data pompa yang ada di pasaran yang dapat diperoleh dari brosur pompa. Data mengenai sistem pemompaan yang harus tersedia adalah sebagai berikut (Bramantya, 2007):

1. Kapasitas sistem

Dalam menentukan kapasitas pompa, perlu diketahui kondisi sistem pemompaan. Pada sistem distribusi air minum, kapasitas yang harus dialirkan tergantung dari kebutuhan air suatu daerah pelayanan di mana kebutuhan air ini berfluktuasi tergantung dari pemakaiannya. Dalam merencanakan sistem pompa distribusi dan menentukan kapasitas pompa distribusi diperlukan data perkiraan kebutuhan air maksimum, kebutuhan air rata-rata dan kebutuhan air minimum sehingga diharapkan sistem dapat melayani kebutuhan air daerah pelayanan.

2. *Head* sistem

Head menunjukkan energi atau kemampuan untuk usaha persatuan massa. Dalam pompa *head* adalah ukuran energi yang diberikan ke air pada kapasitas dan kecepatan operasi tertentu, sehingga air dapat mengalir dari tempat rendah ke tempat tinggi. Dalam sistem pompa ada beberapa macam *head*, yaitu Tribowo, R. Ismu (2014) :

- *Head* static
- *Head* yang bekerja pada kedua permukaan zat cair
- *Head* kecepatan
- *Head* loss

Persamaan untuk *head total* pompa adalah :

Rumus:

$$H = H_s + H_f + H_m + hf/2g \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

H = head total pompa

H_s = head statik

H_f = *headloss* pada pipa

H_m = *headloss* pada aksesoris pipa

3. Daya pompa

Daya pompa yang diperlukan dihitung menggunakan rumus (Bramantya, 2007) sebagai berikut :

Rumus:

$$D = \frac{Q \times H \times \gamma}{\mu} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

P = Daya Pompa

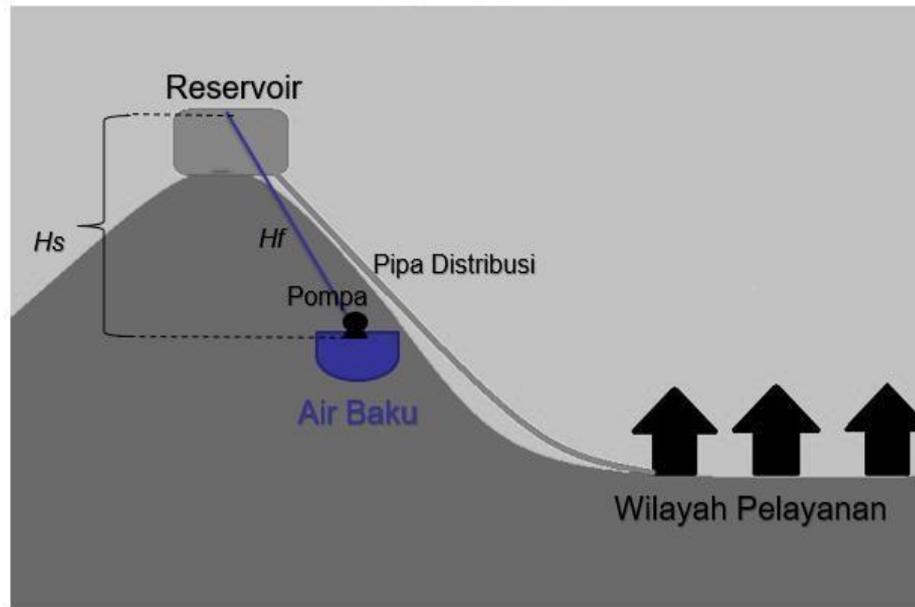
Q = Debit Aliran (m³)

H = *Headloss*

μ = Berat Jenis Zat Cair (kgf/m³)

γ = Efisiensi Pompa

Contoh sistem pemompaan yang cocok untuk air baku yang terletak di daerah perbukitan dapat dilihat pada **Gambar 3.4**



Gambar 2.3 Contoh sistem pemompaan

Sumber : Bramantya, 2007

2.5.7 Reservoir

Jenis reservoir dapat dibagi berdasarkan bentuk, fungsi maupun tinggi reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya serta berdasarkan dari bahan konstruksinya. Berdasarkan tinggi relatif *reservoir* terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis *reservoir* dapat dibagi menjadi reservoir permukaan (*ground reservoir*) dan reservoir menara (*elevated reservoir*). Reservoir permukaan adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh reservoir tersebut terletak di bawah permukaan tanah, sedangkan reservoir menara adalah reservoir yang seluruh bagian penampungan dari reservoir tersebut terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya, (Sahabuddin, 2017).

2.5.8 SNI Instalasi Pengolahan Air Minum

SNI No 6774 tahun 2008 ini merupakan standar tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Pada standar ini, memberikan aspek-aspek kriteria untuk perencanaan pengolahan air yang terdiri dari pompa air baku, kriteria perencanaan unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, unit filtrasi, de infektan, kapasitas unit pengolahan, dan kriteria pembubuhan bahan kimia. Pada standar ini juga terdapat bangunan pelengkap yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pengolahan air minum agar makin baik lagi (SNI 6774:2008). Berikut ini

adalah tabel kriteria desain tiap-tiap unit Instalasi Pengolahan Air Minum :

Tabel 2. 8 Tabel Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi

Pengaduk cepat	
Tipe	
Waktu pengadukan (detik)	
Nilai G/detik	
	<p>Hidrolis: terjunan saluran bersekat dalam instalasi pengolahan air bersekat</p> <p>Mekanis: Bilah (Blade), pedal (padle) Kinstalasi pengolahan airts</p> <p>Flotasi 1 – 5 > 750</p>

Sumber: SNI 6774:2008

Tabel 2. 9 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengadukan Lambat)

Kriteria umum	Flokulator hidroli s	Flokulator mekanis		Flokulator or clarifier
		sumbu horizontal dengan pedal	Sumbu vertikal dengan bilah	
G (gradien kecepatan) 1/detik	60 (menurun) – 5	60 (menurun) – 10	70 (menurun) – 10	100 – 10
Waktu tinggal (menit)	30 – 45	30 – 40	20 – 40	20 – 100
Tahap flokulasi(buah)	6 – 10	3 – 6	2 – 4	1
Pengendalian energi	Bukaan pintu/ sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran	Kecepatan aliran air
Kecepatan aliran max.(m/det)	0,9	0,9	1,8 – 2,7	1,5 – 0,5
Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	-	5 – 20	0,1 – 0,2	-
Kecepatan perputaran sumbu (rpm)	-	1 – 5	8 – 25	-

Tinggi (m)				2 – 4 *
------------	--	--	--	------------

Sumber : SNI 6774:2008

Tabel 2. 10 Kriteria Unit Sedimentasi (Bak Pengendap)

Kriteria Umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar – (aliran vertikal – radial)	Bak bundar – (kontak padatan)	Clarifier
Beban permukaan (m ³ /m ² /jam)	0,8 – 2,5	3,8 – 7,5*)	1,3 – 1,9	2 – 3	0,5 – 1,5
Kedalaman (m)	3 – 6	3 – 6	3 – 5	3 – 6	0,5 – 1,0
Waktu tinggal (jam)	1,5 – 3	0,07**)	1 – 3	1 – 2	2 – 2,5
Lebar / panjang	> 1/5	-	-	-	-
Beban pelimpah (m ³ /m/jam)	< 11	< 11	3,8 – 15	7 – 15	7,2 – 10
Bilangan Reynold	< 2000	< 2000	-	-	< 2000
Kecepatan pada pelat/tabung pengendap (m/menit)	-	max 0,15	-	-	-
Bilangan Fraude	> 10 ⁻⁵	> 10 ⁻⁵	-	-	> 10 ⁻⁵
Kecepatan					

Kriteria Umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar – (aliran vertikal – radial)	Bak bundar – (kontak padatan)	Clarifier
vertikal (cm/menit)	-	-	-	< 1	< 1
Sirkulasi Lumpur	-	-	-	3 – 5% dari input	-

Sumber : SNI 6774:2008

Tabel 2. 11 Kriteria Perencanaan Unit Filtrasi (saringan cepat)

No	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dg Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
1	Jumlah bak saringan	$N = 12 Q^{0.5 *}$	minimum 5 bak	-
2	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11	12 – 33
3	Pencucian :			
	Sistem pencucian	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i>	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i>	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i>
	Kecepatan (m/jam)	36 – 50	36 – 50	72 – 198
	lama pencucian (menit)	10 – 15	10 – 15	-
	periode antara dua pencucian (jam)	18 – 24	18 – 24	-

	ekspansi (%)	30 – 50	30 – 50	30 – 50
4	Media pasir:			
	tebal single media	300 – 700	300 – 700	300 – 700
	tebal media ganda	600 – 700	600 – 700	600 – 700
	Ukuran efektif,ES (mm)	300 -600	300 – 600	300 -600
	Koefisien keseragaman	1,2 – 1,4	1,2 – 1,4	1,2 – 1,4
	Berat jenis (kg/dm ³)	2,5 – 2,65	2,5 – 2,65	2,5 – 2,65
	Porositas	0,4	0,4	0,4
	Kadar SiO ₂	> 95 %	> 95 %	> 95 %

Sumber : SNI 6774:2008

2.5.9 Alternatif Pengolahan

Pemilihan *alternatif* pengolahan berdasarkan kualitas air baku dapat dilihat pada tabel berikut (Tri Joko, 2010).

Tabel 2. 12 Alternatif Pengolahan Berdasarkan Parameter

No	Parameter	Masalah	Alternatif Pengolahan
1	Bau	Bau Tanah	Kemungkinan dengan saringan karbon aktif
		Bau Besi	Aerasi + saringan pasir lambat atau aerasi + saringan karbon aktif
		Bau sulfur	Aerasi
2	Rasa	Rasa asin/payau	Aerasi + saringan karbon aktif
		Rasa besi	Aerasi + saringan pasir lambat atau aerasi + saringan karbon aktif

No	Parameter	Masalah	Alternatif Pengolahan
		Rasa tanah tanpa kekeruhan	Saringan karbon aktif
3	Kekeruhan	Kekeruhan sedang coklat (dari lumpur)	Saringan pasir lambat
		Kekeruhan tinggi coklat (dari lumpur)	Pembubuhan PAC + saringan pasir lambat
		Putih	Pembubuhan PAC
		Agak kuning sesudah air sebentar di ember	rasi + saringan pasir lambat atau aerasi + saringan karbon aktif
4	Warna	Coklat tanpa kekeruhan	Saringan karbon aktif
		Coklat bersama dengan kekeruhan	Sama dengan kekeruhan
		Putih	Pembubuhan PAC

Sumber : Joko, 2010

Tabel 2. 13 Alternatif Pengolahan Berdasarkan Nilai Kekeruhan

Uraian	Jenis Air					
	1	2	3	4	5	6
	Kekeruhan tinggi	Kekeruhan sedang	Kekeruhan temporer	Berwarna	Kesadahan Tinggi	Jernih
Kualitas Kekeruhan warna	>50 NTU <25 ptCo	10-50 NTU <25 ptCo	>50 NTU <25 ptCo <6 jam	10-50 NTU <25 ptCo	10-50 NTU <25 ptCo	<10NTU <10 ptCo
Proses	prasedimentas					

Uraian	Jenis Air					
	1	2	3	4	5	6
	Kekeruhan tinggi	Kekeruhan sedang	Kekeruhan temporer	Berwarna	Kesadahan Tinggi	Jernih
pengolahan	i					
Alternatif 1	koagulasi	koagulasi	koagulasi	koagulasi	koagulasi	
	flokulasi	flokulasi	flokulasi	flokulasi	flokulasi	
	sedimentasi	sedimentasi	sedimentasi	sedimentasi	sedimentasi	
	Saringan pasir cepat					
	<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>
	dosing koagulan					
	dosing disinfektan					
	Alternatif 2			prasedimentasi		
			filtrasi			
			<i>reservoir</i>			
			dosing koagulan			
			dosing desinfeksi			

Uraian	Jenis Air					
	1	2	3	4	5	6
	Kekeruhan tinggi	Kekeruhan sedang	Kekeruhan temporer	Berwarna	Kesadahan Tinggi	Jernih
Alternatif 3		prasedimentasi		prasedimentasi		prasedimentasi
		saringan pasir lambat	saringan pasir lambat	saringan pasir lambat		saringan pasir lambat
		<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>	<i>reservoir</i>		<i>reservoir</i>
		dosing koagulan	dosing koagulan	dosing koagulan		dosing koagulan
		dosing desinfeksi	dosing desinfeksi	dosing desinfeksi		dosing desinfeksi

Sumber : Joko, 2010