BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Baku

Air baku adalah air yang digunakan sebagai bahan dasar untuk diolah menjadi air dengan kegunaan tertentu, terutama untuk konsumsi sebagai air minum. Berdasarkan PP Nomor 16 Tahun 2005 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, air baku dapat berasal dari sumber air permukaan, air tanah, atau air hujan, asalkan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Penting untuk memperhatikan klasifikasi kelas badan air yang akan digunakan dalam proses pengolahan, karena perbedaan klasifikasi kelas dapat mempengaruhi metode dan proses pengolahan yang diperlukan.

2.1.1 Sumber Air Baku

Sumber air baku adalah berbagai sumber alam yang digunakan sebagai bahan dasar untuk diolah menjadi air yang layak konsumsi atau kegunaan lainnya. Berikut adalah penjelasan mengenai sumber-sumber air baku:

1. Air Permukaan

Air permukaan, yang mencakup sungai, danau, dan waduk, adalah salah satu sumber air baku yang paling sering digunakan dalam sistem penyediaan air minum. Sumber air ini mudah diakses, tetapi kualitasnya sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah industri dan domestik, serta polusi pertanian. Air permukaan umumnya memerlukan pengolahan intensif untuk memenuhi standar air minum karena potensi pencemaran bahan organik, mikroorganisme patogen, dan zat kimia berbahaya (Zhou, 2021).

2. Air Tanah

Air tanah berasal dari lapisan akuifer di bawah permukaan tanah dan cenderung lebih terlindungi dari kontaminasi langsung dibandingkan dengan air permukaan. Air tanah sering kali memiliki kualitas yang lebih baik, tetapi di beberapa daerah dapat terkontaminasi oleh zat berbahaya seperti logam berat, pestisida, atau nitrat akibat aktivitas manusia (Rahayu, 2021). Penggunaan air tanah sebagai air baku memerlukan pemantauan yang ketat serta pengolahan tambahan

jika ditemukan kandungan kontaminan yang melebihi ambang batas yang diizinkan.

3. Air Hujan

Air hujan, ketika dikumpulkan dan disimpan dengan benar, dapat menjadi sumber air yang efisien dan ramah lingkungan, terutama di daerah dengan curah hujan yang tinggi tetapi ketersediaan sumber air permukaan dan air tanah terbatas. Namun, air hujan dapat membawa polutan dari atmosfer, seperti debu, mikroba, atau bahan kimia yang terakumulasi di permukaan tempat penampungan, sehingga membutuhkan proses filtrasi dan Disinfeksi untuk memastikan keamanan penggunaannya (Setiawan & Purnomo, 2019). Penggunaan air hujan sebagai sumber air baku dapat mengurangi tekanan pada sumber air lainnya dan menjadi bagian dari strategi keberlanjutan.

2.1.2 Karakteristik Air Baku

Kualitas air baku sangat bervariasi tergantung pada sumbernya, baik itu dari air permukaan seperti sungai dan danau, maupun air tanah. Sebelum digunakan, air baku perlu melalui serangkaian proses pengolahan agar memenuhi standar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Untuk menentukan metode pengolahan yang tepat, sangat penting memahami karakteristik air baku secara menyeluruh.

1) Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik air baku mencerminkan sifat-sifat yang dapat diamati dan diukur secara langsung, tanpa analisis kimia. Parameter fisik ini penting untuk menentukan kondisi awal air baku dan bagaimana pengaruhnya terhadap proses pengolahan.

a. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan ukuran tingkat kejernihan air yang disebabkan oleh partikel tersuspensi, seperti lumpur, tanah liat, dan mikroorganisme. Kekeruhan tinggi menunjukkan adanya partikel padat yang tidak larut dalam air, yang dapat menimbulkan masalah dalam proses pengolahan, terutama pada

tahap filtrasi dan disinfeksi. Partikel tersuspensi dapat melindungi mikroorganisme patogen dari kontak dengan bahan disinfektan, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi mikrobiologis (Sari & Susilo, 2021).

b. Total *Suspended solid*s (TSS)

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih kecil dari pada molekul atau ion yang terlarut. Materi tersuspensi ini dapat digolongkan menjadi dua, yakni zat padat dan koloid. Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan; materi ini pun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan (filter) air biasa. Semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut, maka air semakin keruh (Effendi, 2003). Materi tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas air karena menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk kedalaman air.

2) Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia air baku mengacu pada komposisi unsur kimia dan senyawa yang ada di dalam air. Parameter kimia ini sangat penting untuk memahami tingkat polusi dan kontaminan yang dapat memengaruhi kesehatan manusia, keamanan lingkungan, dan efisiensi sistem pengolahan air.

a. pH

pH mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air pada skala dari 0 hingga 14, di mana angka 7 adalah netral. Air dengan pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan di atas 7 bersifat basa. pH air sangat penting untuk banyak proses pengolahan, karena memengaruhi reaksi kimia yang terjadi, seperti koagulasi, disinfeksi, dan stabilitas zat-zat terlarut (Sari & Susilo, 2021).

b. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD adalah ukuran jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan organik dalam air selama periode

tertentu, biasanya 5 hari (BOD5). Parameter ini digunakan untuk mengukur tingkat polusi organik dalam air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin banyak bahan organik yang ada dalam air, yang menunjukkan polusi organik yang tinggi. BOD sering digunakan sebagai indikator kualitas air dan efektivitas proses pengolahan air limbah, terutama dalam menghilangkan bahan organik. Untuk air yang akan digunakan sebagai sumber air minum, nilai BOD yang rendah sangat diinginkan, karena nilai yang tinggi bisa menunjukkan adanya kontaminasi dari limbah domestik atau industri (Sari & Susilo, 2021).

c. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dalam air menggunakan bahan kimia, seperti kalium dikromat. Berbeda dengan BOD yang hanya mengukur bahan organik yang bisa diurai secara biologis, COD mencakup semua bahan organik dan beberapa bahan anorganik yang terlarut dalam air. Nilai COD yang tinggi menunjukkan bahwa air tersebut mengandung polutan organik atau anorganik yang sangat reaktif, yang berpotensi membahayakan kualitas air dan lingkungan. COD sering kali lebih cepat dianalisis daripada BOD dan dapat memberikan gambaran langsung tentang tingkat polusi dalam air baku (Setiawan & Rahmawati, 2022).

d. Logam Berat

Air baku sering kali mengandung sejumlah kecil logam berat seperti besi (Fe), mangan (Mn), timbal (Pb), merekuri (Hg), dan kadmium (Cd). Logam berat ini bisa berasal dari sumber alami seperti erosi batuan atau dari aktivitas manusia seperti limbah industri, pertambangan, dan pertanian. Konsentrasi logam berat yang tinggi dapat menyebabkan masalah kesehatan serius, seperti keracunan logam berat, dan bisa berdampak negatif pada ekosistem. Oleh karena itu, dalam pengolahan air, logam berat perlu dihilangkan atau dikurangi hingga berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh standar kesehatan (Setiawan & Rahmawati, 2022).

e. *Total Dissolved Solids* (TDS)

TDS merupakan total kandungan zat padat terlarut dalam air, termasuk mineral, garam, logam, dan senyawa organik. TDS mengukur segala zat terlarut yang tidak tersuspensi dalam air, sehingga berbeda dengan TSS (Total *Suspended solid*s) yang mengukur partikel-partikel tersuspensi. Tingkat TDS yang tinggi dapat menyebabkan rasa yang tidak enak pada air, seperti rasa asin atau pahit, dan juga dapat memengaruhi keefektifan proses pengolahan air. Kandungan TDS yang berlebihan sering dikaitkan dengan air keras (hard water), yang dapat menyebabkan pembentukan kerak di pipa dan peralatan pemanas (Setiawan & Rahmawati, 2022).

f. Nutrien (Nitrogen dan Fosfor)

Nitrogen dan fosfor adalah dua nutrien utama yang sering ditemukan dalam air baku, terutama di area yang terpengaruh oleh aktivitas pertanian atau limbah domestik. Konsentrasi nutrien yang tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga yang berlebihan di perairan, yang bisa mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dan matinya kehidupan akuatik. Bentuk nitrogen yang paling umum di air baku adalah amonia, nitrat, dan nitrit, yang semuanya bisa berbahaya dalam konsentrasi tinggi. Fosfat juga berkontribusi pada masalah eutrofikasi di perairan tawar (Setiawan & Rahmawati, 2022).

3) Karakteristik Biologis

Karakteristik biologis air baku merujuk pada keberadaan mikroorganisme, seperti bakteri, virus, alga, protozoa, dan organisme lainnya yang bisa hidup di dalam air. Parameter biologis sangat penting untuk menentukan kualitas air, terutama dari segi kesehatan, karena beberapa mikroorganisme patogen dapat menyebabkan penyakit jika air tersebut digunakan untuk konsumsi manusia atau kontak langsung. Selain patogen, organisme non-patogen juga bisa memengaruhi proses pengolahan air atau menyebabkan gangguan ekosistem perairan.

a. *Total coliform*

Total coliform adalah kelompok bakteri yang termasuk di dalamnya bakteri jenis aerobik dan fakultatif anaerobik, dimana merupakan bakteri gram negatif Sebagaian besar bakteri *Total coliform* adalah heterotropic dan dapat bertambah jumlahnya di air dan tanah. *Total coliform* juga dapat bertahan dan bertambah banyak jumlahnya di sistem distribusi air, terutama jika kondisinya memungkinkan. Keberadaan *Total coliform* dapat berasal dari tinja manusia atau hewan dan dapat pula berada secara alamiah di dalam air. *Total coliform* hanyalah sebagai indikator yang digunakan untuk mengindikasikan bahwa bisa saja terdapat mikroba lain dalam air tersebut, misalnya mikroba patogen seperti Giardia, Cryptosporidium, E.coli, dan lain-lain (Fadli & Andayani, 2021).

2.1.3 Baku Mutu Air Minum dan Air Baku

Standar baku mutu air minum dan air baku di Indonesia diatur secara ketat melalui peraturan yang bertujuan untuk melindungi kesehatan masyarakat serta menjaga kualitas lingkungan. Peraturan ini menetapkan parameter fisik, kimia, dan biologis yang harus dipenuhi agar air dapat dianggap aman untuk dikonsumsi atau digunakan sebagai sumber air minum.

Salah satu regulasi yang mengatur standar baku mutu air minum adalah Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023, yang memberikan pedoman terkait syarat-syarat kualitas air minum. Standar ini mencakup ambang batas berbagai parameter seperti kekeruhan, kadar zat kimia berbahaya, dan kontaminan biologis yang harus dipenuhi oleh penyedia layanan air minum, baik dari sumber air baku maupun air olahan yang siap dikonsumsi.

Berikut ini adalah tabel standar baku mutu air minum yang tertuang dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Minum Permenkes No. 2 Tahun 2023

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Mikrobiologi				
1	*Escherichia coli*	0	CFU/100ml	SNI/APHA
2	*Total Coliform*	0	CFU/100ml	SNI/APHA
Fisik				
3	Suhu	Suhu udara ± 3	°C	SNI/APHA
4	Total Dissolve Solid	<300	mg/L	SNI/APHA
5	Kekeruhan	<3	NTU	SNI atau yang setara
6	Warna	10	TCU	SNI/APHA
Bau				
7	Bau	Tidak berbau	-	
Kimia				
8	pH	6.5 - 8.5	-	SNI/APHA
9	Nitrat (sebagai NO_3) (terlarut)	20	mg/L	SNI/APHA
10	Nitrit (sebagai NO_2) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
11	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0.05	mg/L	SNI/APHA
12	Besi (Fe) (terlarut)	1	mg/L	SNI/APHA
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0.1	mg/L	SNI/APHA
14	Sisa khlor (terlarut)	0.2-0.5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L	SNI/APHA
15	Arsen (As) (terlarut)	0.01	mg/L	SNI/APHA
16	Kadmium (Cd) (terlarut)	0.003	mg/L	SNI/APHA
17	Timbal (Pb) (terlarut)	0.1	mg/L	SNI/APHA
18	Flouride (F) (terlarut)	1.5	mg/L	SNI/APHA
19	Aluminium (Al) (terlarut)	0.2	mg/L	SNI/APHA

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengukuran
1	Fosfat (fosfat sebagai P)	0.2	mg/L	SNI/APHA
2	Amoniak (NH_3)	1.5	mg/L	SNI/APHA/US EPA
3	Benzena	0.1	mg/L	SNI/APHA/US EPA
4	Toluena	0.1	mg/L	SNI/APHA/US EPA
5	Aldin	0.00003	mg/L	SNI/APHA/US EPA
6	Dieldrin	0.00003	mg/L	SNI/APHA/US EPA
7	Karbon organik (total)	0.0007	mg/L	SNI/APHA
8	Hidrokarbon polyaromatik (PAH)	0.002	mg/L	SNI/APHA

(Sumber: Permenkes No. 2 Tahun 2023, halaman 29-31)

Selain itu, Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air juga menetapkan baku mutu untuk kelas air yang digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum.

Berikut ini adalah tabel standar baku mutu air minum yang tertuang dalam PP No. 22 Tahun 2021

Tabel 2.2 Standar Baku Mutu Air Sungai PP No. 22 Tahun 2021

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	

(Sumber: Lampiran VI PP No. 22 Tahun 2021, halaman 1-2)

Berdasarkan kualitas cemarannya, masing-masing kelas air sungai memiliki peruntukan yang berbeda, di antaranya:

1. Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, danlatau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana. rekreasi air, pembudidayaan ikan aiitawar,"peternakan, air

untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

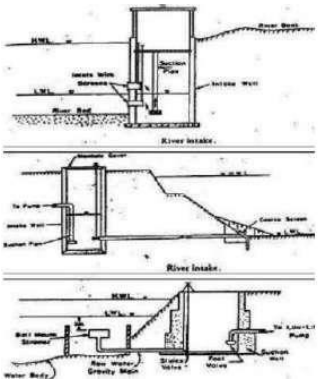
3. Kelas tiga meru-pakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk melgairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.2 Bangunan Pengolahan Air Minum

Pengolahan air minum merupakan serangkaian proses yang dirancang untuk mengolah air baku menjadi air yang aman dan layak dikonsumsi. Proses ini melibatkan beberapa unit pengolahan yang masing-masing memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas air, baik dari segi fisik, kimia, maupun biologis.

2.2.1 *Intake*

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, *intake* adalah bangunan penangkap air atau tempat air masuk sungai, danau, situ, atau sumber air lainnya. Pada perancangan bangungan air minum kali ini, kami menggunakan Indirect *Intake* (Bangunan Penyadap Tidak Langsung) yaitu jenis *River Intake*. *Intake* jenis ini menggunakan pipa penyadap dalam bentuk sumur pengumpul. *Intake* ini juga lebih ekonomis untuk air sungai yang mempunyai perbedaan level muka air pada musim hujan dan musim kemarau yang cukup tinggi.



Gambar 2.1 *River Intake*

(Sumber: Metcalf & Eddy et al, 2007)

Selanjutnya pada bagian *screen*, kami menggunakan *coarse screen*. *Screen* sendiri bertujuan untuk menghilangkan sampah padat seperti kertas, plastik, atau kain yang dapat merusak dan menyumbat aliran air, pipa dan pompa. Pemilihan *coarse screen* dirasa sangat tepat karena dapat menghilangkan benda–benda berukuran besar dan mempunyai ukuran celah 6–150 mm.

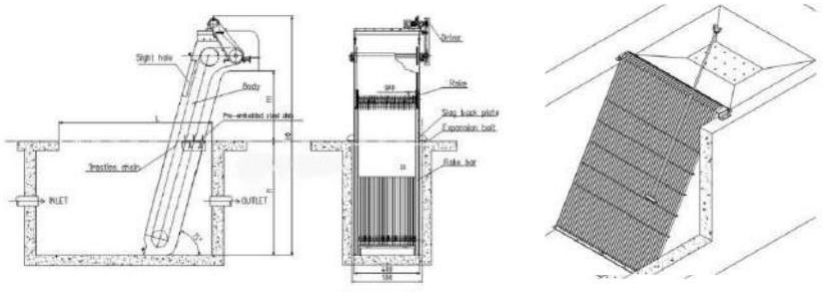
Tabel 2.3 Faktor *Minor Losses Bar*

Bentuk Bar	**Nilai *minor losses* (β)**
Shape edge rectangular	2,42
Rectangular with semicircular up stream face circular	1,83
Circular	1,79
Rectangular with semicircular up stream and down stream face	1,67
Tear shape	0,76

(Sumber: Qasim et al., 2000)

Selanjutnya pada *screening* atau biasa disebut dengan *bar screen* digunakan dalam pengolahan air baik air bersih maupun air limbah untuk menghilangkan padatan kasar berupa potongan-potongan kayu, bahan-bahan dari plastik, kain, dan lain sebagainya yang berukuran >0,5 - 1cm sehingga tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air buangan selanjutnya (Metcalf & Eddy et al., 2007). Padatan yang disaring kemudian dibuang ke wadah yang terletak di

belakang *screen* untuk disimpan, dikeringkan, dan diakumulasi/dipadatkan sebelum akhirnya dibuang. Peran utama *screening* adalah untuk menghilangkan bahan-bahan kasar dari aliran air yang mampu: (1) merusak peralatan unit pengolahan berikutnya; (2) mengurangi kinerja dan efektivitas unit dan proses pengolahan secara keseluruhan; dan (3) mencemari saluran air.



Gambar 2.2 Unit Bar screen Mekanik dan Manual

(Sumber: Metcalf & Eddy et al, 2007)

Umumnya unit *bar screen* dibuat dari batangan besi/baja dengan lapisan anti karat yang dipasang pada kerangka yang melintang di saluran air dengan posisi miring ke arah masuknya air (*inlet*) dengan kemiringan 30◦ – 45◦ dari horizontal (Metcalf & Eddy et al., 2007). Tebal batang biasanya 5-15mm dengan jarak antar batang 25 hingga 50mm yang diatur sedemikian rupa sehingga lolos untuk parameter/limbah yang diinginkan. *Bar screen* dirancang dan dihitung menggunakan debit pada aliran puncak (Qasim et al., 2000).

Tabel 2.4 Kriteria Perencanaan Saringan Kasar

Parameter	***U.S. Customary Units***		**Satuan Internasional**	
	Metode Pembersihan		**Metode Pembersihan**	
	Manual	**Mekanik**	**Manual**	**Mekanik**
Ukuran batang				
Lebar	0,2 – 0,6	0,2 – 0,6	5–15	5–15
Kedalaman	1,0 – 1,5	1,0 – 1,5	23–38	25–38

Jarak antar batang	1,0 – 2,0	0,6 – 0,3	25–50	15–75
Parameter Lain				
Kemiringan thd vertikal (derajat◦)	30 – 45	0–30	30–45	0–30
Kecepatan	1,0-2,0 ft/s	2,0-3,25ft/s	0,3-0,6m/s	0,6-1,0m/s
Headloss	6 in	5-24in	150mm	150-600mm

(*Sumber: Metcalf and Eddy WWET, and Reuse 4th edition, 2004 Halaman 315-316)*

2.2.2 Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul bertujuan untuk menampung air sementara dan padatan kasar yang mudah mengendap dan terdapat pada aliran air seperti pasir (Metcalf & Eddy et al., 2007). Selain bertujuan untuk menampung air, sumur pengumpul juga berfungsi untuk mengontrol fluktuasi dari aliran air yang akan diolah agar memberikan kondisi aliran yang stabil pada proses pengolahan selanjutnya. Cara kerja sumur pengumpul ini adalah ketika air yang keluar dari proses produksi, maka selanjutnya air dialirkan menuju sumur pengumpul. Pada sumur pengumpul debit air diatur agar dapat memenuhi kriteria perencanaan pada unit bangunan selanjutnya.

2.2.3 Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara ataupun oksigen dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara menyemprotkan air ke udara (air ke dalam udara) atau dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air (udara ke dalam air). Perpindahan gas dari atmosfer ke air (penambahan oksigen terlarut) akan meningkatkan oksidasi besi, mangan, dan logam lain ke tingkat oksidasi yang lebih tinggi dan lebih tidak larut. Endapan ini akan menjadi dibuang di bak sedimentasi dan unit filtrasi (Droste, 1997). Tujuan dari proses aerasi adalah meningkatkan konsentrasi oksigen yang berada didalam air yang berguna dalam pengolahan air. Terjadi kontak antara air dan oksigen dikarenakan adanya

penambahan udara dalam air pada proses aerasi sehingga dapat membentuk endapan $(OH)3$, hal tersebut juga berlaku pada logam lain. Selain itu aerasi juga meningkatkan produksi oksigen ditandai dengan penurunan parameter organik dan chemical oxygen demand (COD).

2.2.4 Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus dengan suatu koagulan, sehingga terbentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan. Koagulan atau flokulan dibubuhkan ke dalam air yang dikoagulasi yang bertujuan untuk memperbaiki pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan. Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk men-destabilisasi muatan negatif partikel (Pulungan, 2012).

Berikut ini adalah jenis-jenis koagulan yang umumnya dipakai:

Tabel 2.5 Jenis-Jenis Kogulan

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Aluminium sulfat	$Al_2(SO_4)_3$. X H_2O x = 14,16,18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Sodium aluminate	$Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0 – 7,8
Polyaluminium Chloride, PAC	$Aln(OH)mCl_{3\ n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Ferric sulfate	$Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$	Kristal halus	Asam	4 – 9
Ferri klorida	$FeCl_3.6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4 – 9

Ferro Sulfat	$FeSO_4.7H_2O$	Kristal halus	Asam	> 8,5

(Sumber: Sugiarto, 2007)

Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang lebih rendah. Dosis koagulan yang dibutuhkan untuk pengolahan air tidak dapat diperkirakan berdasarkan kekeruhan, tetapi harus ditentukan melalui percobaan pengolahan.

1. Pengaruh pH

Pada koagulan terdapat range pH optimum. Luasnya range pH koagulan ini dipengaruhi oleh jenis-jenis konsentrasi koagulan yang dipakai. Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 6-9.

2. Pengaruh Temperatur

Pada temperatur yang rendah reaksi lebih lambat dan viskositas air menjadi lebih besar sehingga flok lebih sukar mengendap.

3. Dosis Koagulan

Air dengan kekeruhan yang tinggi memerlukan dosis koagulan yang lebih banyak. Dosis koagulan persatuan unit kekeruhan rendah, akan lebih kecil dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan yang tinggi,kemungkinan terjadinya tumbukan antara partikel akan berkurang dan netralisasi muatan tidak sempurna, sehingga mikroflok yang terbentuk hanya sedikit, akibatnya kekeruhan akan naik. Dosis koagulan yang berlebihan akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.

4. Pengadukan (mixing)

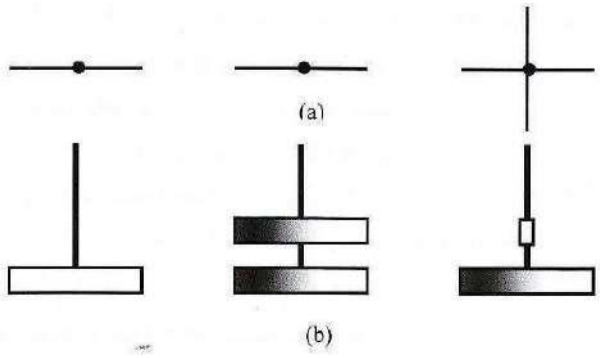
Pengadukan diperlukan agar tumbukan antara partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Distribusi dalam air cukup baik dan merata, serta masukan energi yang cukup untuk tumbukan antara partikel yang telah netral sehingga

terbentuk mikroflok. Pada proses koagulasi ini pengadukan dilakukan dengan cepat. Air yang memiliki kekeruhan rendah memerlukan pengadukan yang lebih banyak dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan tinggi.

5. Pengaruh Garam

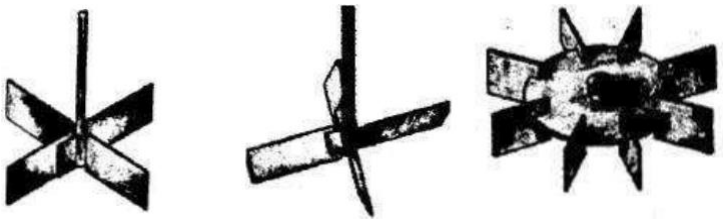
Garam dapat mempengaruhi proses penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda bergantung dengan macam garam (ion) dan konsentrasinya. Semakin besar valensi ion, semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibanding dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Patimah, 2009).

Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: pengadukan mekanis, hidrolis, dan pneumatik. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (shaft), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu paddle (pedal), turbine, dan propeller (baling- baling). Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu G dan td. Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (*Power*) yang dibutuhkan, perlu memperhatikan jenis *impeller* yang digunakan dan nilai konstanta K_L dan K_T



Gambar 2.3 Tipe Paddle (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping

(Sumber: Ali Masduqi, 2016)



Gambar 2.4 Tipe Turbin

(Sumber: Ali Masduqi, 2016)

Gambar 2.5 Tipe Propeller (a) 2 blade (B) 3 blade

(Sumber: Ali Masduqi, 2016)

Tabel 2.6 Kriteria Impeller

Tipe *Impeller*	Kecepatan Putaran	Dimensi	Ket
Paddle	20-150 rpm	diameter: 50-80% lebar bak lebar: 1/6 – 1/10 diameter paddle	
Turbine	10-150 rpm	diameter: 30-50% lebar bak	
Propeller	400-1750 rpm	diameter: maks. 45 cm	Jumlah pitch 1-2 buah

(Sumber*:* Reynolds & Richards, 1996:185)

Tabel 2.7 Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

Waktu Pengadukan, td (detik)	Gradien Kecepatan ($detik^{-1}$)
20	1000
30	900

40	790
50 ≥	700

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996:184)

Tabel 2.8 Konstanta KL dan KT untuk Tangki Berserat

Jenis *Impeller*	KL	KT
Propeller, pitch of 1, 3 blades	41,0	0,32
Propeller, pitch of 2, 3 blades	43,5	1,00
Turbine, 4 flat blades, vaned disc	60,0	5,31
Turbine, 6 flat blades, vaned disc	65,0	5,75
Turbine, 6 curved blades	70,0	4,80
Fan turbine, 6 blades at 45°	70,0	1,65
Shrouded turbine, 6 curved blades	97,5	1,08
Shrouded turbine, with stator, no *baffle*s	172,5	1,12
Flat paddles, 2 blades (single paddles), Di/Wi=4	43,0	2,25
Flat paddles, 2 blades, Di/Wi=6	36,5	1,70
Flat paddles, 2 blades, Di/Wi=8	33,0	1,15
Flat paddles, 4 blades, Di/Wi=6	49,0	2,75
Flat paddles, 6 blades, Di/Wi=8	71,0	3,82

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996:188)

2.2.5 Flokulasi

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar. Pengadukan lambat (agitasi dan stirring) digunakan dalam proses flokulasi, untuk memberi kesempatan kepada partikel flok yang sudah terkoagulasi untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar.

Selain itu, untuk memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil dan mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk. Pengadukan lambat dilakukan dengan gradien kecepatan kecil (20 sampai 100 detik-1) selama 10 hingga 60 menit atau nilai GTd (bilangan Camp) berkisar 48000 hingga 210000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar flok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar.

2.2.6 Sedimentasi

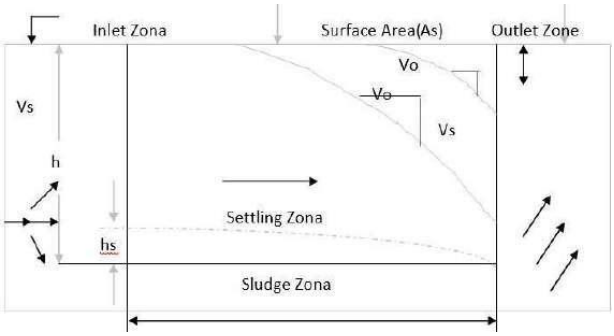
Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air minum adalah:

a. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
b. Pengendapan air yang telah melalui proses prasedimentasi sebelum memasuki unit saringan cepat.
c. Pengendapan air yang telah melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing oleh alum, soda, Nacl, dan chlorine.
d. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.

Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Keempat kelas itu adalah:

a. Pengendapan Tipe I (*Free Settling*).
b. Pengendapan Tipe II (*Flocculent Settling*).
c. Pengendapan Tipe III (*Zone/Hindered Settling*).
d. Pengendapan Tipe IV (*Compression Settling*).

Adapun zona-zona tersebut dapat digambarkan seperti di bawah ini:



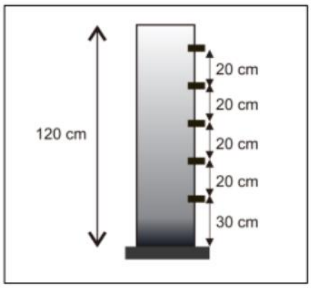
Gambar 2.6 Zona Pada Bak Sedimentasi

(Sumber: Ali Masduqi, 2016)

Dimana pada setiap zona terjadi proses-proses sebagai berikut :

a. Zona *Inlet* = Terjadi distribusi aliran yang menuju zona settling (± 25% panjang bak)
b. Zona Settling = Terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya
c. Zona *Sludge* = Sebagai ruang lumpur, dimana konfigurasi dan kedalamannya tergantung pada metode pengurasan dan jumlah endapan lumpur. Untuk partikel 75% mengendap pada 1/5 volume bak.
d. Zona *Outlet* = Pada zona ini dihasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.

Besarnya partikel yang mengendap di uji dengan *column setting test* dengan *multiple withdraw ports*. Dengan menggunakan kolom pengendapan tersebut, sampling dilakukan pada setiap port pada interval waktu tertentu, dan data *removal* partikel diplot pada grafik.



Gambar 2.7 Kolom Test Sedimentasi Tipe II

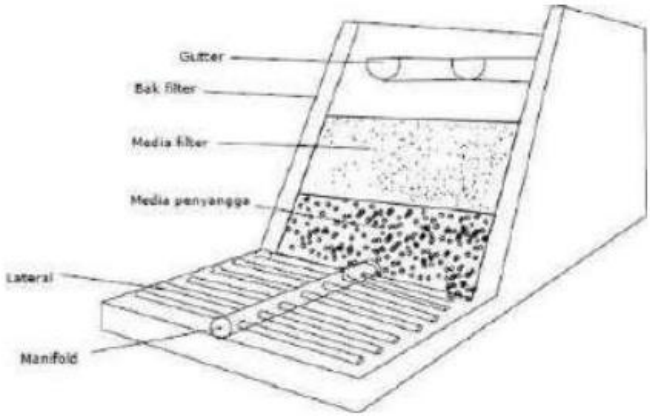
(Sumber: Ali Masduqi, 2016)

2.2.7 Filtrasi

Menurut Al-Layla pada tahun 1978, partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi. Proses filtrasi sendiri adalah suatu proses di mana air dilewatkan pada pasir dan kombinasi kerikil-kerikil untuk mendapatkan hasil air yang lebih baik (Al-Layla, 1978).

Bakteri dan sejenisnya dapat dengan efektif dihilangkan dengan menggunakan proses filtrasi. Selain itu filtrasi juga dapat mengurangi warna, rasa, bau, kadar besi juga kadar mangan yang terdapat di dalam air. Proses pengurangan kadar-kadar tersebut tidak lepas dengan adanya proses fisika dan kimia yang terjadi di dalam proses filtrasi itu sendiri. Beberapa faktor yang berkontribusi di dalam proses *removal* filter adalah (Al-Layla, 1978):

1. Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter.
2. Proses sedimentasi di dalam filter.
3. Kontak antara partikel flok dengan lapisan kerikil atau dengan flok yang sudah terkumpul di atas lapisan filter.
4. Proses adsorpsi atau proses elektrokinetik.
5. Proses koagulasi di dalam filter.
6. Proses biologis di dalam filter.
7. Penggabungan zat-zat koloid di dalam filter



Gambar 2.8 Bagian-Bagian Filter

(Sumber: Ali Masduqi, 2016)

2.2.8 Disinfeksi

Salah satu persyaratan kualitas air minum adalah persyaratan mikrobiologis, (harus bebas mikroorganisme patogen). Disinfeksi ialah proses membebaskan air minum dari mikroorganisme patogen. Metode disinfeksi secara umum ada dua, yaitu cara fisik dan cara kimiawi. Disinfeksi secara fisik adalah perlakuan fisik terhadap mikroorganisme, yaitu panas dan cahaya yang mengakibatkan matinya mikroorganisme. Sedangkan metode disinfeksi secara kimiawi adalah memberikan bahan kimia ke dalam air sehingga terjadi kontakantara bahan tersebut dengan mikroorganisme yang berakibat matinya mikroorganisme tersebut.

Disinfeksi secara kimia menggunakan larutan kaporit, gas klor dan gas ozon. Sedangkan Disinfeksi secara fisik menggunakan gelombang mikro dan sinar ultraviolet. Untuk membunuh mikroorganisme bersifat patogen terkandung dalam air, desinfektan/bahan desindeksi yang digunakan adalah kaporit, bromin klorida, gas klor, gas iod, ozon dan Kalium Permanganat. Kemampuan Disinfeksi dalam pengolahan air minum adalah :

1. Menghilangkan bau.
2. Mematikan alga.
2. Mengoksidasi nitrit menjadi nitrat.
3. Mengoksidasi ammonia menjadi senyama amin.

4. Mengoksidasi fenol menjadi fenol yang tidak berbahaya.

Dalam perancangan kali ini, kami menggunakan metode Disinfeksi dengan gas klor. Metode ini bertujuan untuk mengoksidasi logam-logam, membunuh mikroorganisme seperti plankton dan juga membunuh spora dari lumut, jamur, dan alga. Konsentrasi yang diberikan adalah 2-3 gr/m3 air, tergantung pada turbiditas air (Park et al., 2008). Klorin digunakan karena memiliki kecepatan oksidasi lebih besar dari aerasi, dan mampu mengoksidasi besi yang berikatan dengan zat organik. pH yang baik pada 8-8,3 oksidasi besi membutuhkan waktu 15-30 menit. Pada umumnya proses standar penurunan Fe dan Mn menggunakan koagulasi dengan alum, flokulasi, pengendapan, dan filtrasi dengan didahului proses preklorinasi. Dosis sisa klor yang dianjurkan 0,2-0,5 mg/l (Said, 2009).

2.2.9 Reservoir

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Reservoir mempunyai fungsi dan peranan tertentu yang diperlukan agar sistem penyediaan air bersih tersebut dapat berjalan dengan baik. Fungsi utama dari Reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air.

Dalam perancangan kali ini menggunakan Reservoir Menara dimana seluruh bagian penampungan dari Reservoir tersebut terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.

Gambar 2.9 Reservoir Menara

(Sumber: http://aladintirta.blogspot.com)

Berdasarkan bahan konstruksinya, maka jenis Reservoir dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Reservoir Tangki Baja

   Banyak Reservoir menara dan "*standpipe*" atau Reservoir tanah yang dikonstruksi dari bahan baja yang dibaut atau dilas. Karena baja beresiko terhadap karat dan mudah menyerap panas, maka perlu dicat dan dilindungi dengan "*Cathodic Protection*". Biasanya tangki baja jauh lebih murah dari tangki beton.

Gambar 2.10 Reservoir Tangki Baja

(Sumber: http://aladintirta.blogspot.com)

2. Reservoir Beton

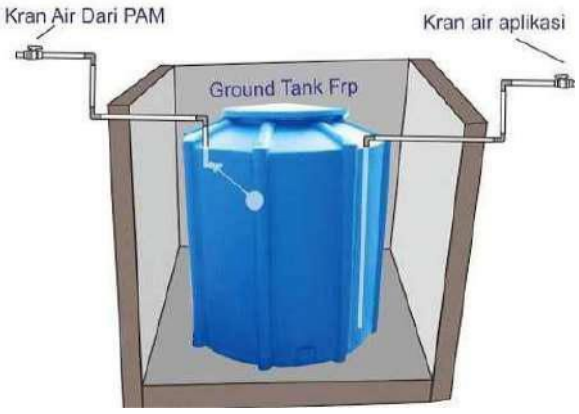
   Cor tangki dan Reservoir beton pertama kali dibuat tanpa penutup. Perkembangan selanjutnya konstruksi ini memakai penutup dari kayu atau beton. Dengan tutup ini maka masalah sanitasi akan terselesaikan. Kelebihan dari menggunakan beton cor adalah kedap air dan tidak mudah bocor. Kelemahan umum dari bahan beton adalah biaya konstruksi yang relatif lebih tinggi.

Gambar 2.11 Reservoir Cor Beton

(Sumber: http://aladintirta.blogspot.com)

3. Reservoir *Fiberglass*

Penggunaan *fiberglass* sebagai bahan untuk membuat Reservoir memiliki beberapa kelebihan seperti ringan, tekstur dinding tanki kaku dan terlihat kuat. Namun dari kelebihan yang dimiliki, adapun kekurangan yang dimiliki yaitu rentan terhadap benturan dan dinding tanki mudah retak, tidak tahan terhadap UV dan oksidasi bila terjemur sinar matahari.



Gambar 2.12 Reservoir Fiberglass

(Sumber: http://aladintirta.blogspot.com)

2.2.10 *Screw Press*

Mesin Dewatering Screw Press (DSP) merupakan teknologi mesin yang dirancang untuk pengentalan dan pengeringan lumpur cair lebih efisien yang berasal dari proses pengolahan air limbah kota dan industri (IPAL). Aplikasi khas untuk instalasi pengolahan air limbah termasuk pengeringan lumpur aktif limbah

(WS) yang kental atau tidak kental, lumpur yang dicerna dari proses aerobik atau anaerobik, dan lumpur flotasi udara terlarut (DAF). Adapun manfaat yang dapat dihasilkan dari pengguaan mesin screw press untuk pengolahan lumpur:

a. Mesin screw press ini berkecepatan lambat dan bekerja pada tekanan yang relatif rendah sehingga biaya pengoperasian rendah karena konsumsi energi yang rendah.
b. Unit silinder yang tertutup dan kecepatan lari yang rendah dapat mengurangi kebisingan.
c. Pengoperasian dan perawatan yang mudah dengan operasi mekanis sederhana dan sistem kontrol otomatis yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memungkinkan untuk beroperasi selama 24 jam.
d. Biaya investasi rendah; pemerasan lumpur cocok untuk air kecil hingga menengah dan instalasi pengolahan air limbah dari lumpur biologis tanpa pengaturan pengental lumpur (Sludge Thickening).

Dengan bahan yang andal dan kuat, ini memastikan ketahanan korosi terhadap lumpur agresif, abrasi, dan ideal untuk mengeringkan lumpur berminyak.

2.3 Persen *Removal*

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah kami himpun, didapatkan ringkasan persentase penyisihan untuk setiap unit pengolahan, beserta seluruh parameter air yang dapat diolah dalam sistem pengolahan air minum yang dirancang. Berikut ini adalah ringkasan persentase penyisihan parameter cemaran, lengkap dengan sumber-sumber yang terkait.

Tabel 2.9 Persen *Removal*

Bangunan	Parameter Ter-*removal*	Kemampuan Penyisihan (%)	Sumber
Aerasi	BOD	90%	Mirwan A. dkk. 2010. Penurunan Kadar BOD, COD, TSS, CO2 Air Sungai Martapura Menggunakan Tangki Aerasi Bertingkat. Vol Oktober No. 76.
	COD	90%	
Sedimentasi	TSS	80% - 90%	Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Hlm 497
	Fosfat	75% - 95%	Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Hlm 506
Filtrasi	BOD	60%	Iqbal, P., & Muzammil, M. (2017). Treatment of Greywater by Rapid Sand Filter. International Journal of Interdisciplinary Innovate Research and Develpoment. Hlm 17-21.
	TSS	50%	
Disinfeksi	Total *coliform*	90% - 100%	Droste, 1997. Theory and Practice of water and Waste Water Treatment. Hlm 224

2.4 Profil Hidrolis

Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing masing unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan tekanan (*headloss*) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Beda tinggi setiap unit instalasi dapat ditentukan sesuai dengan sistem yang digunakan serta perhitungan kehilangan tekanan baik pada perhitungan yang telah dilakukan pada bab masing – masing bangunan sebelumnya maupun yang langsung dihitung pada bab ini. Profil

Hidrolis IPAL adalah merupakan upaya penyajian secara grafis “hydrolic grade line” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan [inffluent - effluent] dan perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir secara gravitasi, mengetahui kebutuhan pompa, memastikan tidak terjadi banjir atau luapan air akibat aliran balik.

Profil hidrolis adalah faktor yang penting demi terjadinya proses pengaliran air. Profil ini tergantung dari energi tekan/*head* tekan (dalam tinggi kolom air) yang tersedia bagi pengaliran. *Head* ini dapat disediakan oleh beda elevasi (tinggi ke rendah) sehingga air pun akan mengalir secara gravitasi. Jika tidak terdapat beda elevasi yang memadai, maka perlu diberikan *head* tambahan dari luar, yaitu dengan menggunakan pompa.

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan ada beberapa macam, yaitu:

a. Kehilangan tekanan pada pintu
b. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang, dan lain sebagainya
c. Kehilangan tekanan pada perpipaan
   Rumus yang digunakan: L x S
d. Kehilangan tekanan pada aksesoris
   Mengekivalenkan aksesoris dengan panjang pipa, disini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus
e. Kehilangan tekanan pada pompa
   Hal ini dipengaruhi oleh jenis pompa, cara pemasangan, dan lain-lain
f. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok
   Menghitung dengan bantuan monogram.

2.5 Kebutuhan Air Minum Daerah Pelayanan

Kebutuhan air minum di suatu daerah pelayanan mencerminkan total konsumsi air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan harian penduduk dan

berbagai fasilitas di wilayah tersebut. Faktor utama dalam menentukan kebutuhan ini meliputi proyeksi jumlah penduduk yang diharapkan, perkembangan fasilitas yang mempengaruhi konsumsi, serta perbedaan antara kebutuhan air domestik dan non-domestik. (Fauziyah & Kurniawan, 2020).

2.5.1 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk merupakan langkah krusial dalam perencanaan kebutuhan air minum di suatu daerah. Proyeksi ini membantu dalam estimasi jumlah penduduk yang akan mempengaruhi permintaan air di masa depan. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan ini, masing-masing dengan pendekatan dan aplikasi yang berbeda.

A. Metode Aritmetika

Metode ini digunakan apabila data 5 tahun jumlah penduduk tersebut mengalami kenaikan atau penambahan yang relatif sama tiap tahun (Fauziyah & Kurniawan, 2020). Rumus metode ini yaitu :

$$Pn = Po + r\,(dn)$$

Keterangan:

Pn = jumlah penduduk tahun ke-n

P0 = jumlah penduduk awal

r = Rata-rata persentase tambahan penduduk tiap tahun

dn = Kurun waktu proyeksi

dengan:

$$r = \frac{\Sigma Pertambahan\ Penduduk}{n-1}$$

Keterangan:

r = selisih pertambahan penduduk

n = banyak data

B. Metode Geometri

Metode ini digunakan apabila data 5 tahun jumlah penduduk tersebut mengalami peningkatan yang pesat dari waktu ke waktu (Fauziyah & Kurniawan, 2020). Rumus metode ini yaitu:

$$Pn = Po\ (l+r)\ dn$$

Keterangan:

Pn = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode Periode

Po = Jumlah penduduk pada awal proyeksi

r = Rata-rata persentase tambahan penduduk tiap tahun

dn = Kurun waktu proyeksi

dengan:

$$r = \frac{\Sigma Pertambahan\ Penduduk}{n-1}$$

Keterangan:

r = selisih pertambahan penduduk

n = banyak data

C. Metode Least Square

Metode ini digunakan apabila data 5 tahun jumlah penduduk tersebut mengalami penurunan dari waktu ke waktu. Metode ini merupakan metode regresi untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y dan sumbu X dimana Y adalah jumlah penduduk dan X adalah tahunnya dengan cara menarik garis linier antara data-data tersebut dan meminimumkan jumlah pangkat dua dari masing- masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat (Fauziyah & Kurniawan, 2020). Rumus metode ini yaitu :

$$Pn = a + (bN)$$

Keterangan:

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

N = selisih tahun proyeksi

a = konstanta b = koefisien arah regresi linear

dengan:

$$a = \frac{(\Sigma P)(\Sigma t^2) - (\Sigma t)(\Sigma P.t)}{n(\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2}$$

$$b = \frac{(\Sigma P.t^2) - (\Sigma t)(\Sigma P)}{n(\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2}$$

Keterangan:

P = Penduduk

t = Tahun

2.5.2 Perhitungan Proyeksi Fasilitas

Perhitungan proyeksi fasilitas digunakan untuk menghitung jumlah fasilitas di masa datang supaya dapat menentukan besarnya kebutuhan air pada nondomestik. Pertambahan fasilitas meningkat karena adanya peningkatan penduduk di daerah tersebut. Data yang digunakan dalam perhitungan ini biasanya terdiri dari (Fauziyah & Kurniawan, 2020):

1. Pendidikan: TK/RA, SD/MI, SMP/MTS, SMA/MA, SMK, Perguruan Tinggi
2. Peribadatan: Masjid, Musholla, Gereja, Pura, Vihara
3. Kesehatan: Puskesmas, Rumah Bersalin, Rumah Sakit, Apotek
4. Komersial: Pasar, Minimarket/Swalayan, Restoran/Rumah Makan, Warung/Kedai, Hotel/Losmen, Toko/Warung Kelontong

Rumus yang digunakan untuk menghitung proyeksi fasilitas adalah:

$$Fn = Fo \times (Pn/Po)$$

Keterangan:

Fn = Proyeksi Fasilitas

Fo = Fasilitas sekarang (tahun terakhir)

Po = Penduduk sekarang (tahun terakhir)

Pn = Penduduk hasil proyeksi

2.5.3 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempattempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti memasak, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Standar penyediaan air domestik ditentukan oleh jumlah konsumen domestik yang dapat diketahui dari data penduduk yang ada. Dasar dari meningkatnya kebutuhan domestik yaitu ditentukan oleh kebiasaan pola hidup masyarakat setempat (Prasetyo & Widodo, 2022). Sehingga kebutuhan air bersih pada suatu kota berhubungan pada besarnya jumlah penduduk yang akan dilayani dengan target pelayanan yang sesuai dengan kategori kota seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.10 Kategori Konsumsi Air Domestik

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	SR (L/org/hari)	SU (L/org/hari)	Kehilangan air
Metropolitan	>1.000.000	190	30	20%
Kota besar	500.000-1.000.000	170	30	20%
Kota Sedang	100.000-500.000	150	30	20%
Kota Kecil	20.000-100.000	130	30	20%
IKK	<20.000	100	30	20%

(Sumber: kebijakan operasional program air bersih,direktorat jenderal Cipta Karya, 1999)

Kebutuhan air bersih untuk konsumsi dibedakan menjadi 2, yaitu:

a. Sambungan Rumah (SR)

Sambungan rumah adalah kran yang disediakan dalam rumah atau bangunan. Dalam sambungan ini jumlah penduduk yang dilayani diasumsikan 80% dari jumlah penduduk total (Prasetyo & Widodo, 2022). Rumus pada sambungan ini yaitu:

Q SR (Air Bersih) = % pelayanan x Pn x Standart Kebutuhan

Keterangan:
QSR : Debit saluran rumah (Liter/detik)
% pelayanan : Persen penduduk yang terlayani
Pn : Proyeksi penduduk Standar Kebutuhan
SR : Rata-rata kebutuhan air bersih menurut kategori kota (L/Org/Hari).

b. Sambungan Umum (SU)

Sambungan umum adalah kran atau bak air yang dipakai bersama oleh sekelompok rumah atau bangunan. Dalam sambungan ini jumlah penduduk yang dilayani diasumsikan 20% dari jumlah penduduk total (Prasetyo & Widodo, 2022). Rumah pada sambungan ini yaitu :

Q SU = % pelayanan x Pn x Standar Kebutuhan SU

Keterangan:

QSU : Debit saluran umum (Liter/detik)

% pelayanan : Persen penduduk yang terlayani

Pn : Proyeksi penduduk Standar Kebutuhan

SU : Rata-rata kebutuhan air bersih menurut kategori kota (L/Org/Hari)

Jadi untuk mendapatkan kebutuhan air domestik menggunakan rumus :

Q Domestik = Q Sambungan Rumah + Q Sambungan

Q Domestik: Debit kebutuhan air bersih domestik total (Liter/detik).

2.5.4 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan di luar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain, seperti (Indra & Lestari, 2023):

a. Perkantoran
b. Tempat ibadah
c. Pendidikan
d. Kesehatan
e. Komersial
f. Umum/bisnis
g. Industri

Untuk menentukan air non-domestik perlu adanya asumsi pemakaian menggunakan rumus sebagai berikut :

Q non dom = Asumsi pemakaian x Q standar kebutuhan fasilitas x jumlah fasilitas

Keterangan:

Q non-dom: Debit non domestik (m3/detik)

Asumsi pemakaian: Banyaknya jumlah pemakai fasilitas

Q standar kebutuhan fasilitas: Rata-rata kebutuhan air bersih standar

Jumlah fasilitas: Banyaknya fasilitas pada tahun proyeksi.

Tabel 2.11 Asumsi Konsumsi Air Non Domestik

No.	Domestik non rumah tangga	Tingkat pemakaian air	Satuan
1.	Sekolah	10	Liter/murid/hari
2.	Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
3.	Puskesmas (Tidak rawat inap)	2000	liter/hari
4.	Masjid	2000	Liter/hari
5.	Kantor	10	Liter/karyawan/hari
6.	Pasar	12.000	Liter/hektar/hari
7.	Hotel/Losmen	150	Liter/bed/hari
8.	Rumah Makan	100	Liter/kursi/hari
9.	Komplek Militer	60	Liter/orang/hari

(Sumber: SK-SNI Air Minum, 2000. Buku 3 sistem pengelolaan air limbah domestik)

2.5.5 Total Kebutuhan Air Bersih

Masyarakat Indonesia biasanya melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi hari dan sore hari sehingga pada waktu tersebut konsumsi penggunaan air akan lebih meningkat daripada waktu lainnya. Cara untuk mengetahui konsumsi penggunaan air dalam sehari yaitu dengan pemakaian rata-rata. Dengan memasukkan besarnya faktor kehilangan air ke dalam kebutuhan dasar, maka selanjutnya dapat disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air (Indra & Lestari, 2023). Berikut untuk rumus kebutuhan air bersih total :

Q total = Q domestik (Air Bersih) x Q non-domestik

Keterangan:

Q total = Debit Air Bersih Total (m3/hari)

Q domestik = Debit Air Bersih Domestik (Liter/detik)

Q non-domestik = Debit Air Bersih Non-Domestik (Liter/detik)