

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sumber Air**

Berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, definisi sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, atau di bawah permukaan tanah. Berikut adalah beberapa sumber air yang dapat digunakan :

##### **1. Air Hujan**

Air hujan (*rainfall*) adalah air yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi akibat proses siklus hidrologi. Air hujan merupakan sumber air utama di bumi dan salah satu yang paling bersih bahkan hampir tidak ada kandungan kontaminan pada air hujan dan bebas dari kandungan mikroorganisme. Namun, pada saat air hujan turun melalui udara, air hujan cenderung mudah tercemar dan melarutkan benda - benda di udara seperti partikel debu, mikroorganisme, dan gas karbon dioksida, nitrogen, dan amonia. Sehingga air hujan tidak lagi menjadi air bersih setelah sampai di permukaan bumi. Pemanfaatan air hujan masih sangat minim dan cenderung dibiarkan begitu saja. Kuantitas air hujan bergantung pada musim yang terjadi yang mempengaruhi besar kecilnya curah hujan, sehingga air hujan tidak dapat terus menerus menjadi sumber penyediaan air bersih.

##### **2. Air Permukaan**

Air permukaan atau *surface water* adalah air yang berada di atas tanah meliputi air sungai, danau, waduk, rawa, maupun genangan air yang tidak mengalami infiltrasi akibat tanah yang sudah jenuh. Sebagian besar air permukaan bersumber dari air hujan yang turun ke permukaan. Menurut Hefni Effendi (2003), air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan - bahan yang ada dalam tanah. Air permukaan sering mengalami pencemaran dimana derajat pencemarannya bergantung pada lokasi air permukaan.

##### **3. Air Tanah**

Air tanah atau *ground water* adalah air yang berada di dalam permukaan tanah. Terdapat dua macam air tanah, yaitu air artesis dan mata air biasa. Sedangkan berdasarkan kedalaman air tanah maka air tanah dapat dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam, dimana air tanah dangkal memiliki kualitas lebih rendah dibandingkan kualitas air tanah dalam. Hal tersebut terjadi karena air tanah dangkal lebih mudah terkontaminasi pencemar.

#### 4. Mata Air

Mata air atau *spring water* adalah keluarnya air tanah dan muncul ke permukaan tanah. Mata air ini terjadi akibat adanya air tanah yang mengalir melalui celah dan retakan tanah akibat terpotongnya bentuk topografi sehingga air dapat keluar dari batuan. Mata air biasanya berada di daerah kaki bukit, perbukitan, lereng, maupun lembah berupa celah kecil ataupun gua bawah tanah.

#### 5. Air Laut

Merupakan air yang berada di perairan pantai dan lautan bebas.

## 2.2 Air Baku

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 berdasarkan SNI 6774:2008 tentang tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air pada bagian istilah dan definisi. Pemilihan air baku didasarkan pada sumber air yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Dalam pemilihan air baku, perlu dipertimbangkan faktor – faktor berikut (Masduqi, 2012) :

#### 1. Kualitas

Kualitas air baku pada saat ini dan kemungkinan adanya perubahan kualitas di masa yang akan datang. Untuk mengetahui kualitas air baku di masa yang akan datang perlu dilakukan prediksi kualitas air baku. Sebagai acuan dalam menentukan kualitas air baku, telah ditetapkan standar kualitas air baku di Indonesia, yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang

Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Pada Pasal 8 ayat (1) disebutkan bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu :

- 1) Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- 2) Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- 3) Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- 4) Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

## 2. Kuantitas

Kuantitas air baku dibandingkan dengan kuantitas air yang dibutuhkan, termasuk kemungkinan penurunan kuantitas air baku dan peningkatan kebutuhan air di masa yang akan datang. Peningkatan kebutuhan air dapat diperkirakan melalui proyeksi jumlah penduduk dan jumlah kebutuhan air.

## 3. Kontinuitas

Kontinuitas pengaliran air baku selama 24 jam sehari, baik pada musim hujan maupun musim kemarau.

## 4. Aspek Pembiayaan

Aspek pembiayaan, meliputi tingkat kesulitan pembangunan bangunan pengambilan air, biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan, dan jarak sumber air ke daerah pelayanan.

## 2.3 Karakteristik Air Baku

Air mempunyai karakteristik yang spesifik sesuai asal sumbernya. Berikut diuraikan beberapa polutan atau kontaminan yang terdapat dalam air baku, asal polutan, dan pengaruhnya pada kesehatan atau peralatan lainnya yang dikutip dari website USGS States <http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwquality.html>. Geological (United Survey). (Masduqi, 2012)

### A. Polutan Anorganik

Polutan anorganik yang terdapat dalam air baku antara lain:

#### 1. Air raksa

Air raksa dalam air berasal dari limbah industri, pertambangan, pestisida, batubara, peralatan listrik, peleburan logam, dan pembakaran bahan bakar fosil. Air raksa berada di lingkungan biasanya dalam bentuk garam anorganik dan senyawa merkuri organik. Keberadaan air raksa di air menyebabkan keracunan yang akut dan kronis yang dapat merusak sistem saraf dan ginjal bila air tersebut dikonsumsi.

#### 2. Aluminium

Aluminium dalam air secara alami berasal dari pertambangan dan berada dalam batuan tanah dan saluran drainase. Keberadaan aluminium di air dalam jumlah besar menyebabkan terbentuknya endapan yang menyebabkan air keruh dan berwarna.

#### 3. Arsen

Arsen berada di air berasal dari proses alami, aktivitas industri, pestisida, peleburan tembaga, timbal, dan seng. Mengonsumsi air yang mengandung arsen dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis pada hati dan ginjal, menurunnya hemoglobin, dan menyebabkan kanker.

#### 4. Barium

Barium berada di alam dalam bentuk batuan kapur dan batuan pasir. Keberadaan barium di air dapat menyebabkan akibat yang merugikan terhadap jantung, pencernaan, hipertensi, dan otot saraf bila air tersebut dikonsumsi.

#### 5. Besi

Secara alami besi sebagai mineral dari sedimen atau batuan atau dari pertambangan. Pada air permukaan, besi berasal limbah industri dan korosi logam. Keberadaan besi di air menyebabkan air berasa pahit dan menyebabkan warna kecokelatan pada pakaian dan peralatan plambing.

6. Fluorida

Fluorida merupakan salah satu kebutuhan tubuh, sehingga sering ditambahkan pada air minum. Kekurangan fluorida dapat menyebabkan kerusakan gigi, namun jumlah fluorida yang besar justru menimbulkan noda pada gigi dan pengapuran tulang dan sendi yang mengakibatkan kelumpuhan.

7. Kadmium

Kadmium ditemukan di batuan, batubara, dan minyak dalam kadar yang rendah dan dapat masuk ke dalam air tanah dan air permukaan ketika kadmium terlarut oleh asam. Kadmium di air juga berasal dari limbah industri, pertambangan, pelapisan logam, baterai, plastik, dan lindi. Mengonsumsi air yang mengandung kadmium dapat menyebabkan tekanan darah tinggi, kerusakan hati dan ginjal, dan anemia. Juga merusak jaringan testis dan sel darah merah. Kadmium bersifat toksik terhadap biota perairan.

8. Kesadahan

Kesadahan dihasilkan dari ion logam yang terlarut di air, terutama kalsium dan magnesium yang berasal dari batu kapur atau pembuangan limbah pertambangan. Kesadahan menyebabkan sabun sulit berbusa ketika digunakan untuk mencuci dan pembentukan kerak pada peralatan pemanas air.

9. Klorida

Klorida sering berikatan dengan natrium pada air membentuk garam dapur. Klorida di air berasal dari intrusi air laut atau limbah industri dan domestik. Klorida di air dalam kadar tinggi dapat menyebabkan kerusakan perpipaan, alat masak, dan instalasi pengolahan.

10. Krom

Krom berasal dari wilayah pertambangan yang melimpas dan larut ke dalam air tanah, dari pembakaran bahan bakar fosil, emisi pabrik semen, dan pembakaran sampah.

Krom(III) adalah unsur penting bagi nutrisi tubuh. Krom(VI) dalam kadar yang tinggi jauh lebih toksik daripada krom(III) dan menyebabkan kerusakan hati dan ginjal, sistem pernafasan, dermatitis, dan bisul pada kulit.

11. Mangan

Mangan berasal dari sedimen dan batuan tambang dan dari limbah industri. Mangan dapat menyebabkan gangguan estetika dan ekonomi, dan mengakibatkan warna kecokelatan pada pakaian dan perpipaan, serta air menjadi berasa. Mangan relatif tidak toksik, namun pada kadar tinggi bersifat toksik pada tanaman.

12. Natrium

Natrium diturunkan dari pelapukan deposit geologis dari garam dan dekomposisi beberapa mineral. Natrium merupakan penyebab risiko kesehatan, biasanya berupa hipertensi.

13. Nikel

Nikel secara alami berada di tanah, air tanah, dan air permukaan. Sering ditemukan pada produk pelapisan logam dan stainless steel. Nikel menjadi penyebab gangguan pada jantung dan liver.

14. Nitrat

Secara alami, nitrat berada di deposit mineral, tanah, air laut, air tawar, atmosfer, dan biota. Nitrat lebih stabil yang dibentuk dari kombinasi nitrogen dan oksigen di air. Nitrat masuk ke air melalui limbah pertanian (pupuk) dan limbah domestik. Nitrat kurang toksik, namun bila berubah menjadi nitrit akan bersifat toksik.

15. Nitrit

Nitrit masuk ke lingkungan berasal dari pupuk, limbah domestik, dan limbah peternakan. Nitrit bersifat toksik "penyakit bayi-biru" menyebabkan methemoglobinemia, yaitu terganggunya aliran oksigen di yang atau darah.

16. Padatan terlarut

Padatan terlarut berasal dari pelindian sampah atau air limbah. Pada padatan terlarut banyak terdapat senyawa organik. Jumlah padatan terlarut yang tinggi menyebabkan penerimaan air oleh konsumen berkurang. Padatan terlarut yang tinggi menunjukkan bahwa di dalam air terdapat bahan-bahan tertentu, baik senyawa organik maupun anorganik.

17. Perak

Perak masuk ke lingkungan air dari penambangan, pemrosesan, dan produksi bijih perak. Limbah dari fotografi, peralatan elektronik, pelapisan, dan penyepuhan sering mengandung perak. Perak dapat menimbulkan warna biru-abu-abu pada kulit, selaput lendir, mata, dan organ lainnya pada manusia.

18. Selenium

Selenium masuk ke lingkungan perairan dari batuan geologi, belerang, dan batubara. Selenium mempunyai efek toksik yang akut dan kronis dan memicu kebutaan. Dalam jumlah yang terbatas, selenium merupakan unsur penting yang dibutuhkan oleh tubuh.

19. Seng

Seng banyak ditemukan di lokasi pertambangan dan masuk ke air dari limbah industri pelapisan logam, dan perpipaan. Seng mampu membantu penyembuhan luka dan tidak ada efek berbahaya pada tubuh, kecuali dalam kadar yang sangat tinggi. Seng mengakibatkan rasa yang tak diinginkan.

20. Sianida

Sianida sering berasal dari pembuangan limbah pelapisan logam, pabrik baja, plastik, dan pupuk. Sianida beracun dan merusak limpa, otak, dan hati.

21. Sulfat

Sulfat di air berasal dari intrusi air laut, pemutusan ikatan pada mineral, dan limbah industri atau domestik. Sulfat menyebabkan terbentuknya kerak pada boiler dan pemanas air. Pada kadar tinggi, sulfat menimbulkan rasa yang tidak diinginkan dan efek laksatif (murus, sakit perut).

22. Tembaga

Tembaga masuk ke lingkungan perairan berasal dari limbah pelapisan logam, limbah domestik, pertambangan, dan pelindian mineral. Mengonsumsi air

yang mengandung tembaga dapat menyebabkan keluhan pada pencernaan, kerusakan hati dan ginjal, dan anemia. Tembaga juga menyebabkan air berwarna dan noda pada pakaian dan peralatan di toilet.

### 23. Timbal

Timbal masuk ke dalam lingkungan perairan melalui limbah industri, pertambangan, perpipaan, minyak, dan batubara. Timbal mempengaruhi pembentukan sel darah merah, perkembangan fisik dan mental pada bayi dan anak - anak, menurunkan daya ingat dan pendengaran pada anak - anak, dan menyebabkan naiknya tekanan darah pada orang dewasa. Timbal juga bersifat karsinogen.

## B. Polutan Organik

Polutan organik yang terdapat dalam air baku antara lain:

### 1. Pelarut organik

Pelarut organik meliputi plasticizer, pelarut terklorinasi, benzo[a]pyrene, dan dioksin. Bahan-bahan ini berasal dari pembuangan limbah industri. Senyawa tersebut dapat menyebabkan kanker, merusak sistem saraf dan reproduksi, ginjal, perut, dan hati.

### 2. Pestisida

Keberadaan pestisida di air berasal dari pemakaian herbisida, insektisida, fungisida, rodentisida, dan algisida. Pestisida di air menyebabkan keracunan, sakit kepala/pusing, gangguan pencernaan, mati rasa, lemah, dan kanker. Juga dapat menyebabkan kerusakan sistem saraf, kelenjar gondok, sistem reproduksi, hati, dan ginjal.

### 3. Senyawa organik volatil

Senyawa organik volatil masuk ke lingkungan ketika digunakan untuk membuat plastik, pewarna, karet, politur, pelarut, minyak mentah, insektisida, tinta, vernis, cat, disinfektan, produk bensin, farmasi, dan sebagainya. Senyawa ini dapat menyebabkan kanker dan kerusakan hati, anemia, gangguan pencernaan, iritasi kulit, pandangan kabur, kelelahan, berat badan turun, kerusakan sistem saraf, dan iritasi saluran pernafasan.



### C. Polutan Mikrobiologi

Polutan mikrobiologi yang terdapat dalam air baku antara lain adalah bakteri koliform. Bakteri koliform secara alami berasal dari tanah, tanaman, dan dari buangan manusia dan hewan berdarah panas lainnya. Bakteri ini dijadikan sebagai indikator keberadaan bakteri patogen, virus, dan parasit yang berasal dari limbah domestik, buangan hewan, atau tanaman dan tanah. Keberadaan bakteri, virus, dan parasit dapat menyebabkan polio, tipus, disentri, dan radang hati.

### D. Polutan Radiologi

Polutan radiologi yang terdapat dalam air baku antara lain:

#### 1. Partikel alfa

Partikel alfa termasuk isotop radioaktif yang terbentuk dari sumber alami maupun buatan seperti senjata, reaktor nuklir, energi listrik dari atom, medis, pertambangan radioaktif, dan pembentukan lapisan geologi. Konsumsi air yang mengandung radiasi partikel alfa dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan sumsum tulang belakang.

#### 2. Partikel beta dan foton

Partikel beta termasuk isotop radioaktif dari alam maupun buatan, sumbernya sama dengan partikel alfa. Partikel beta dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan sumsum tulang belakang.

#### 3. Radium

Radium masuk ke lingkungan dari sumber alam dan buatan seperti limbah industri. Radium dapat menyebabkan kanker akibat terkonsentrasi di tulang.

### E. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik untuk karakterisasi air baku antara lain:

#### a. Bau

Terdeteksinya bau pada air menunjukkan keberadaan polutan organik maupun anorganik yang berasal dari limbah domestik atau limbah industri atau sumber alami

#### b. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan adanya bahan tersuspensi seperti lempung, lanau, dan partikel halus organik dan anorganik, plankton, dan organisme mikroskopis. Kekeruhan tidak berpengaruh pada kesehatan, namun dengan alasan estetika, air yang dikonsumsi harus mengandung kekeruhan yang rendah.

c. pH

Keberadaan bahan yang bersifat asam atau basa di air ditunjukkan dengan nilai pH pada skala 0 – 14. Air dengan pH tinggi menyebabkan rasa pahit, menimbulkan kerak pada pipa, dan menurunkan efektivitas klor. Air dengan pH rendah menyebabkan korosi atau melarutkan logam.

d. Rasa

Beberapa senyawa seperti garam-garam organik tertentu menghasilkan rasa tanpa disertai bau. Air yang menghasilkan rasa kurang bisa diterima oleh konsumen.

e. Warna

Warna disebabkan oleh pelapukan daun dan tanaman, adanya bahan organik, tembaga, besi, dan mangan. Keberadaan bahan organik penyebab warna ini dapat menghasilkan produk samping disinfeksi. Air yang berwarna kurang bisa diterima oleh konsumen dengan alasan estetika

## 2.4 Air Minum

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum merupakan kebutuhan pokok semua makhluk hidup untuk dapat melangsungkan kehidupan sehingga penting untuk memastikan kualitas air minum yang diminum sudah aman dan terjamin. Air minum dikatakan aman dan tidak berbahaya bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

## 2.5 Persyaratan Kualitas

Kualitas air minum adalah kondisi air minum yang ditinjau dari keberadaan bahan-bahan lain di air, baik bahan fisik, kimia, biologi, maupun radioaktif. Air minum harus memenuhi kualitas sebagaimana ditentukan dalam standar kualitas air minum. Standar kualitas air minum ditetapkan sebagai acuan dalam menentukan kualitas air yang layak dikonsumsi. Latar belakang perlunya penetapan standar kualitas air minum adalah:

- Air merupakan kebutuhan mutlak manusia
- Air merupakan media penularan penyakit
- Air yang dikonsumsi harus aman dan tidak menimbulkan gangguan kesehatan

Karakteristik umum air yang layak dikonsumsi adalah:

- Bebas dari organisme patogenik
- Mempunyai kandungan bahan toksik akut yang rendah
- Jernih dan tidak berwarna
- Tidak bergaram dan tidak berasa
- Bebas dari bahan penyebab bau dan rasa yang berlebihan
- Tidak mengandung bahan penyebab korosif

Standar kualitas air minum yang berlaku di Indonesia adalah Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010. Secara garis besar, standar kualitas air minum dikelompokkan menjadi dua, yaitu parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum. Parameter tambahan merupakan parameter yang bisa ditambahkan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan di daerah masing-masing.

Ada 26 parameter yang wajib dipenuhi untuk memperoleh air yang layak konsumsi. Parameter tersebut dikelompokkan ke dalam:

- a. Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan, yaitu:
  - Parameter mikrobiologi
  - Kimia anorganik
- b. Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan, yaitu:
  - Parameter fisik

- Parameter kimiawi

Tabel 2. 1 Parameter Wajib Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia An-organik		
	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 <sup>2-</sup> )	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sup>3-</sup> )	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ±3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kepadatan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5 - 8,5
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

Sumber: Permenkes No. 492 Tahun 2010

Tabel 2. 2 Parameter Tambahan Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
1	Kimiawi		
	a.	Bahan Anorganik	
		Air Raksa	mg/l
		Antimon	mg/l
		Barium	mg/l
		Boron	mg/l
		Molybdenum	mg/l
		Nikel	mg/l
		Sodium	mg/l
		Timbal	mg/l
		Uranium	mg/l
	b.	Bahan Organik	
		Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l
		Detergen	mg/l
		Chlorinated alkanes	
		Carbon tetrachloride	mg/l
		Dichloromethane	mg/l
		1,2 - Dichloroethane	mg/l
		Chlorinated ethenes	
		1,2 - Dichloroethene	mg/l
		Trichloroethene	mg/l
		Tetrachloroethene	mg/l
		Aromatic hydrocarbons	
		Benzene	mg/l
		Toluene	mg/l
		Xylenes	mg/l
		Ethylbenzene	mg/l
		Styrene	mg/l
		Chlorinated benzenes	
		1,2 - Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l
		1,4 - Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
	Lain - lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2 - Dibromo - 3 - chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4 - D)	mg/l	0,03
	1,2 - Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4 - D dan MCPA		

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
	2,4 - DB	mg/l	0,09
	Dichlorprop	mg/l	0,1
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5 - Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil Sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 - Trichlorophenol (2,4,6 - TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2	Radioaktifitas		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

Sumber: Permenkes No. 492 Tahun 2010

## 2.6 Pengolahan Air

Unit pengolahan air sangat tergantung pada karakteristik air baku yang akan diolah. Air baku dengan kualitas yang baik (mendekati kualitas air minum) tentu tidak memerlukan unit pengolahan sebanyak dan sekompleks pengolahan air baku dengan kualitas yang buruk. Pada pengolahan air baku berkualitas buruk, diperlukan unit pengolahan yang lengkap. Secara umum, pengolahan air secara lengkap dapat dibagi menjadi tiga tahap pengolahan, yaitu tahap pendahuluan/pertama (*pre-treatment/primary*), tahap kedua (*secondary treatment*), dan tahap lanjutan (*advanced treatment*). Pembagian tahapan pengolahan ini didasarkan pada konsep pengolahan berdasar pada dimensi polutan. Pengolahan tahap pendahuluan ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi besar seperti sampah (plastik, kertas, kayu, bangkai dll), lumpur kasar (grit), dan partikel diskret. Jenis pengolahan pada tahap pendahuluan ini didominasi oleh proses fisik, seperti penyaringan kasar (*screening*), pencacahan (*comminution*), penyisihan grit, prasedimentasi, dan sebagainya. Pengolahan tahap kedua ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi lebih kecil yang lebih sulit dihilangkan dengan cara fisik, misal partikel yang berbentuk koloid atau tersuspensi. proses penggabungan partikel. Proses fisik - kimia untuk Partikel berbentuk koloid ini dapat diendapkan setelah mengalami menghilangkan partikel jenis ini adalah koagulasi – flokulasi – sedimentasi - filtrasi cepat. Pengolahan tahap lanjutan ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi molekuler dan ionik. Polutan ini biasanya dalam bentuk terlarut di air (*dissolved* atau *soluble*), seperti bahan organik, mineral/logam, nutrien, gas terlarut, dan sebagainya. Jenis pengolahan yang diperlukan relatif lebih kompleks dan melibatkan proses fisik, kimiawi, dan biologi.

Terdapat dua istilah dalam pengolahan air, yaitu unit operasi dan unit proses. Istilah unit operasi digunakan untuk menyatakan proses fisik, sementara unit proses digunakan untuk menyatakan proses kimiawi dan proses biologi. Pemilihan unit operasi dan unit proses pada pengolahan air dilakukan setelah mempertimbangkan kandungan polutan dalam air yang akan diolah. Setiap air baku diperlakukan spesifik tergantung pada kandungan polutannya. Pemilihan

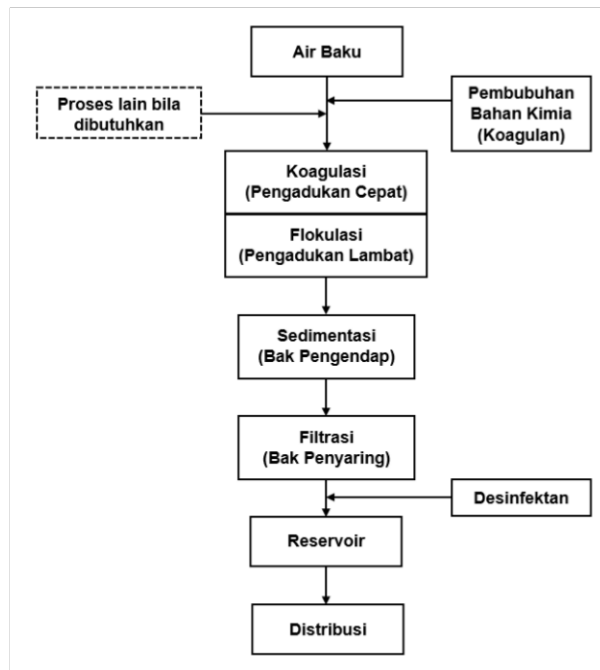


alternatif ini mempertimbangkan output proses, operasional, dan aspek pembiayaan.

Menurut Budiyo dan Sumardiono (2013) pengolahan air dapat dibagi menjadi 2 (dua) berdasarkan jenisnya antara lain :

### 1. Pengolahan Lengkap

Pengolahan lengkap adalah proses pengolahan air yang melibatkan pengolahan fisik, kimia, dan biologi dengan bangunan pengolahan meliputi intake, prasedimentasi, pengadukan cepat, pengadukan lambat, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir. Air baku yang digunakan dalam proses pengolahan lengkap adalah air permukaan.

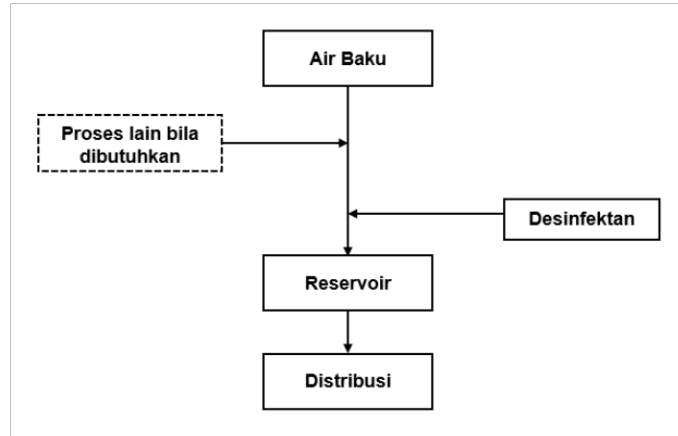


Gambar 2. 1 Skema Pengolahan Air Secara Lengkap

Sumber: Permen PU No. 18/PRT/M/2007

### 2. Pengolahan Tidak Lengkap

Pengolahan tidak lengkap adalah proses pengolahan air yang hanya melibatkan satu atau dua proses diantara tiga proses pengolahan yang ada dengan bangunan pengolahan meliputi intake, aerasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir. Sumber air baku yang digunakan dalam proses pengolahan tidak lengkap adalah air tanah atau mata air.



Gambar 2. 2 Skema Pengolahan Air Secara Tidak Lengkap

Sumber: Permen PU No. 18/PRT/M/2007

Proses pengolahan air dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu pengolahan fisik, pengolahan kimia, dan pengolahan biologi.

#### 1. Pengolahan Fisik

Pengolahan fisik adalah pengolahan air yang bertujuan untuk menurunkan dan menghilangkan parameter - parameter fisik dengan memanfaatkan sifat mekanis air dan tanpa penambahan bahan kimia lain untuk memisahkan partikelnya, seperti Warna, Bau, Total Dissolved Solid (TDS), Kekeruhan, Rasa, dan Suhu. Contoh pengolahan secara fisika adalah penyaringan (filtrasi) dan pengendapan (sedimentasi).

#### 2. Pengolahan Kimia

Pengolahan kimia adalah pengolahan yang dilakukan dengan penambahan bahan kimia baik berupa padat, cair, maupun gas untuk menurunkan atau menghilangkan parameter kimiawi seperti Kesadahan, Nitrat, Magnesium, Mn, Fe, dan lain - lain. Contoh pengolahan secara kimia adalah koagulasi dan flokulasi, dimana terjadi penambahan bahan kimia di dalam prosesnya untuk membantu mengendapkan flok - flok yang terbentuk.

#### 3. Pengolahan Biologi

Pengolahan biologi adalah pengolahan yang bertujuan untuk menurunkan atau menghilangkan parameter - parameter biologi seperti bakteri dan E-coli.

## **2.7 Bangunan Pengolahan Air Minum**

Berikut adalah bangunan pengolahan air minum yang digunakan pada perencanaan ini:

### **2.7.1 Intake**

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, intake atau bangunan penyadap adalah bangunan penangkap air atau tempat air masuk sungai, danau, situ, atau sumber air lainnya. Berikut ini persyaratan lokasi penempatan dan konstruksi bangunan pengambilan:

- 1) Penempatan bangunan penyadap (intake) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain);
- 2) Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain-lain);
- 3) Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (up-lift);
- 4) Penempatan bangunan pengambilan diusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya;
- 5) Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
- 6) Dimensi inlet dan outlet dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;
- 7) Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku;
- 8) Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (lifetime) minimal 25 tahun;
- 9) Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar.

Tipe bangunan intake, tergantung pada sumber air bakunya, yaitu:

1. Tipe bangunan penyadap (Intake) untuk sumber mata air:
  - a. Bangunan penangkap mata air (broncaptering), untuk mata air yang mengalir/muncul secara horizontal.
  - b. Bangunan pengumpul (sumuran) untuk mata air yang muncul ke permukaan secara vertikal, dan untuk air baku yang berada dibawah permukaan tanah (sumur dangkal dan sumur dalam).
2. Tipe Intake untuk Sumber Air Permukaan.
  - a. Intake bebas, adalah tipe intake dimana air permukaan mengalir secara bebas ke bak/sumuran penampung.



Gambar 2. 3 Intake Bebas

Sumber: <https://bpsdm.pu.go.id/>

- b. Intake dengan bendung, adalah tipe dimana permukaan air dibagian hilir dari lokasi bangunan intake ditinggikan dengan bangunan bendung (dapat disamping intake atau dibagian hilir).



Gambar 2. 4 Intake Bendung

Sumber: <https://bpsdm.pu.go.id/>

- c. Intake Ponton, adalah tipe intake untuk pengambilan air permukaan yang mempunyai fluktuasi muka air yang cukup tinggi.



Gambar 2.5 Intake Ponton

Sumber: <https://www.gosumsel.com/>

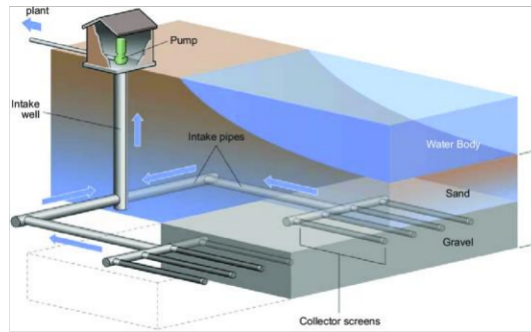
- d. Intake jembatan, adalah tipe Intake pada air sungai/danau dengan bentuk tebing yang curam dan bantaran yang sempit.



Gambar 2.6 Intake Jembatan

Sumber: <https://bpsdm.pu.go.id/>

- e. Intake Infiltration Galleries, digunakan pada kondisi dimana air permukaan sungai sangat tipis, dengan tanah dasar yang cukup porous dan berpasir.



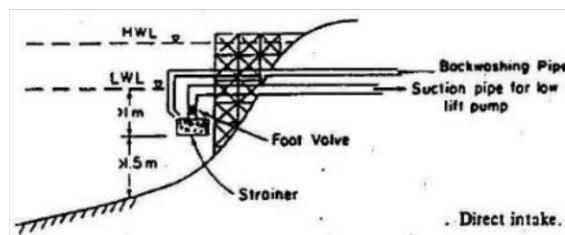
Gambar 2.7 Intake Infiltration Galleries

Sumber: <https://www.researchgate.net>

Menurut Kawamura (2000), bangunan intake memiliki tipe yang bermacam - macam, antara lain:

1. Bangunan Penyadap Langsung (*Direct Intake*)

Digunakan untuk sumber air yang dalam seperti sungai atau danau dengan kedalaman yang cukup tinggi. Intake jenis ini memungkinkan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan di bagian dasarnya.



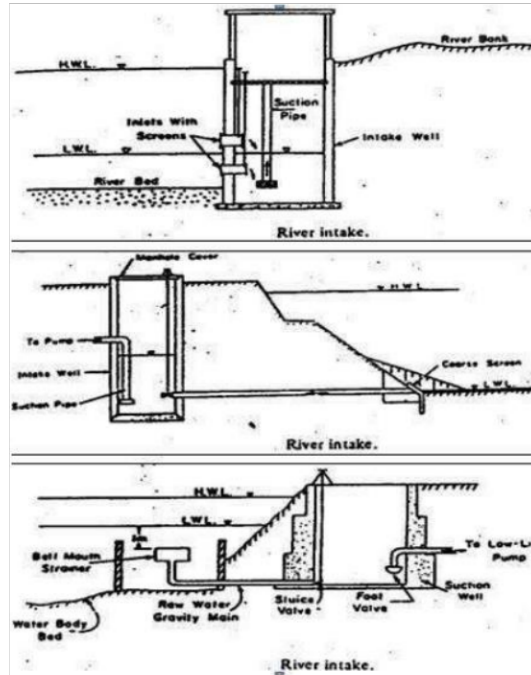
Gambar 2. 8 Direct Intake

Sumber: Kawamura, 2000

2. Bangunan Penyadap Tidak Langsung (*Indirect Intake*)

a. River Intake

Menggunakan pipa penyadap dalam bentuk sumur pengumpul. Intake ini lebih ekonomis untuk air sungai yang mempunyai perbedaan level muka air pada musim hujan dan musim kemarau yang cukup tinggi.

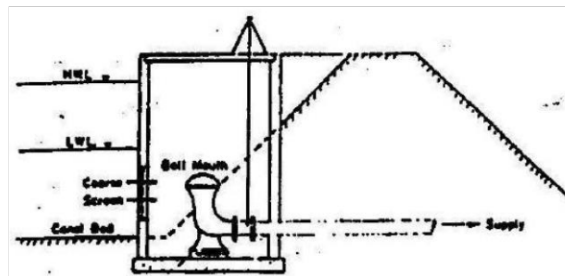


Gambar 2. 9 River Intake

Sumber: Kawamura, 2000

b. Canal Intake

Digunakan untuk air yang berasal dari kanal. Dinding chamber sebagian terbuka ke arah kanal dan dilengkapi dengan pipa pengolahan selanjutnya.

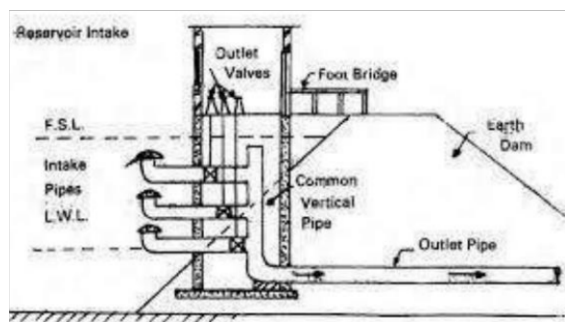


Gambar 2. 10 Canal Intake

Sumber: Kawamura, 2000

c. Reservoir Intake

Digunakan untuk air yang berasal dari dam (bendungan) dan dengan mudah menggunakan menara intake. Menara intake dengan dam dibuat terpisah dan diletakkan di bagian hulu. Untuk mengatasi fluktuasi level muka air, maka inlet dengan beberapa level diletakkan pada menara.



Gambar 2. 11 Reservoir Intake

Sumber: Kawamura, 2000

Bangunan intake terdiri dari pipa inlet dan barscreen. Pipa inlet digunakan untuk mengalirkan air sungai masuk ke sumur pengumpul, pipa inlet pada intake tergantung perencanaan, ada yang menggunakan satu pipa ataupun dua pipa yang terdiri dari pipa HWL (*High Water Level*) dan pipa LWL (*Low Water Level*). Penggunaan pipa HWL dan LWL ditujukan agar air tetap dapat masuk saat musim kemarau dan hujan. Sedangkan barscreen pada intake berfungsi untuk menghilangkan padatan kasar berupa potongan-potongan kayu, bahan-bahan dari plastik, kain, dan lain sebagainya yang berukuran  $> 0,5 - 1$  cm agar tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air selanjutnya (Metcalf & eddy, 2003). Terdapat dua jenis barscreen, yaitu *fine screen* (saringan halus) dan *coarse screen* (saringan kasar). Sedangkan menurut mekanisme operasinya terdapat dua jenis barscreen yaitu dengan pembersihan manual dan mekanik (Reynolds & Richards, 1995).

Tabel 2. 3 Nilai Koefisien Kekasaran Pipa Hazen Williams

Jenis Pipa	Nilai
<i>Extremely smooth and straight pipes</i>	140
<i>New steel or cast iron</i>	130
<i>Wood; concrete</i>	120
<i>New riveted steel; vitrified</i>	110
<i>Old cast iron</i>	100
<i>Very old and corroded cast iron</i>	80

Sumber: Evett & Liu, 1987.



Tabel 2. 4 Nilai K untuk Kehilangan Energi

<i>Valve, Fittings, and Specials</i>	<i>K Value</i>
<i>Entrance, suction bell (32 in) 81 cm</i>	0,004
<i>90° elbow (24 in) 61 cm</i>	0,3
<i>Gate valve (24 in) 61 cm</i>	0,19
<i>Reducer (14 in) 35,5 cm</i>	0,25
<i>Check valve (20 in) 51 cm</i>	2,5
<i>90° elbow (20 in) 51 cm</i>	0,3
<i>Gate valve (20 in) 51 cm</i>	0,19
<i>Tee (20 in × 20 in) 50 cm × 50 cm</i>	1,8

Sumber: Qasim. 2000. Water Works Engineering Planning, Design, and Operation. Hal. 203.

### 2.7.2 Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul adalah bagian dari bangunan intake yang berfungsi untuk penampungan air sementara. Berdasarkan Dinas Cipta Karya Pekerja Umum yang bersumber dari PP No. 16 tahun 2005, Petunjuk Teknis Pengelolaan SPAM Perkotaan & Perdesaan 1998, dan Pelaksanaan dan Pengawasan Pembangunan SPAM Perkotaan 1998, sumur pengumpul adalah sumur pengumpul/penampung sementara air baku dari sumber sebelum dipompakan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA).

### 2.7.3 Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara/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).

Sumber lain menjelaskan bahwa aerasi adalah suatu proses atau usaha dalam menambahkan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air limbah, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba akan dapat berjalan dengan baik. Dalam melakukan proses aerasi ini perlu menggunakan alat yang dinamakan aerator. Prinsip kerja alat ini adalah untuk menambahkan oksigen terlarut di dalam air tersebut. Kemudian yang menjadi tugas utama dari aerator ini adalah memperbesar permukaan kontak antara air dan udara. Adapun tujuan dari aerasi adalah:

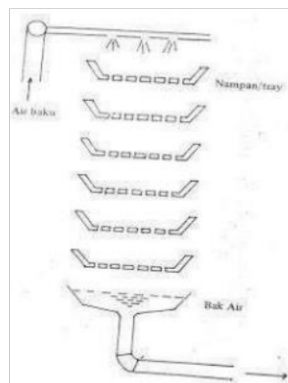
1. Penambahan jumlah oksigen
2. Penurunan jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan
3. Menghilangkan hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) dan berbagai senyawa senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

Hasil pengolahan air dengan metoda aerasi bermanfaat untuk menghasilkan air minum yang baik. Penurunan jumlah karbon dalam air sehingga bisa berbentuk dengan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang dapat menimbulkan masalah. Aerasi secara luas telah digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besi dan mangan terlalu tinggi zat tersebut memberikan rasa pahit pada air, menghitamkan pemasakan beras, dan memberikan noda hitam kecoklat-coklatan pada pakaian yang dicuci.

Jenis-Jenis Metode Aerasi, antara lain:

- a. *Waterfall aerator* (aerator air terjun).

Pengolahan air aerasi dengan metoda *Waterfall/Multiple aerator* seperti pada gambar, susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil.



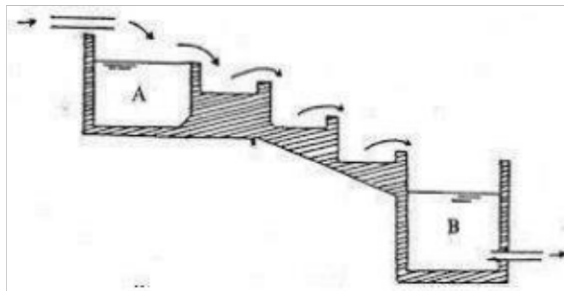
Gambar 2. 12 Multiple Tray Aerator

Sumber: [www.dictio.id](http://www.dictio.id)

Jenis aerator terdiri atas 4-8 tray dengan dasarnya penuh lubang - lubang pada jarak 30-50 cm. Melalui pipa berlobang air dibagi rata melalui atas tray, dari sini percikan-percikan kecil turun ke bawah dengan kecepatan kira-kira  $0,02 \text{ m/detik/m}^2$  permukaan tray. Tetesan yang kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap tray berikutnya. Tray- tray ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan - lempengan absetos cement berlubang - lubang, pipa plastik yang berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.

b. *Cascade Aerator*

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggian 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan  $0,01 \text{ m}^3/\text{det}/\text{m}^2$ . Untuk menghilangkan gerak putaran (turbulence) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering di tepi peralatan pada setiap step. Dibanding dengan tray aerators, ruang (tempat) yang diperlukan bagi cascade aerators agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain adalah tidak pemeliharaan.



Gambar 2. 13 Cascade Aerator

Sumber: [www.dictio.id](http://www.dictio.id)

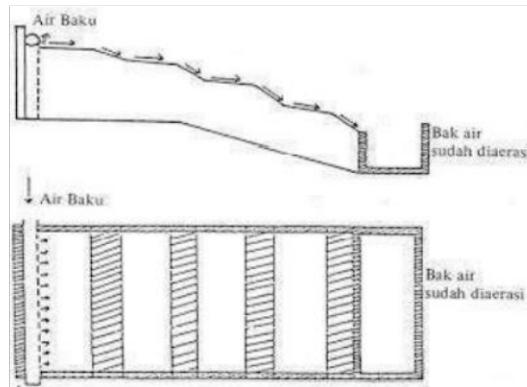
Keterangan;

A = Air baku

B = Air sudah diaerasi

c. *Submerged Cascade Aerator*

Aerasi tangga aerator seperti pada gambar di bawah ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lempengan lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung - gelembung udara kedalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 05 m<sup>3</sup>/detik/m<sup>2</sup>.

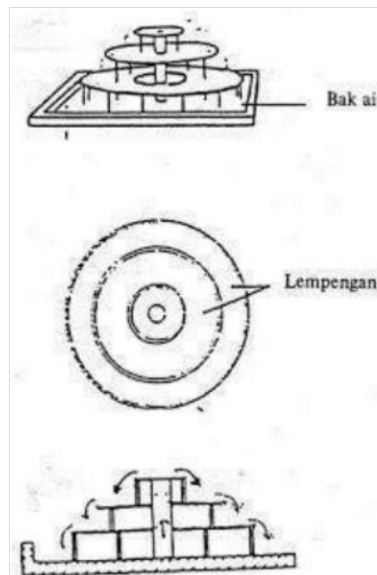


Gambar 2. 14 Submerged Cascade Aerator

Sumber: [www.dictio.id](http://www.dictio.id)

d. *Multiple Platform Aerator*

Memakai prinsip yang sama, lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh udara terhadap air.

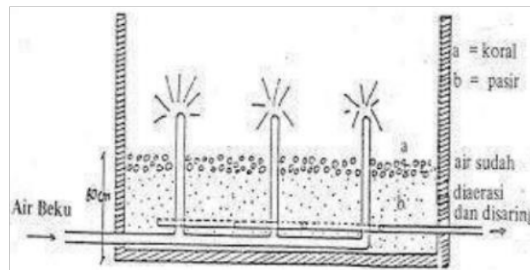


Gambar 2. 15 Multiple Platform Aerator

Sumber: [www.dictio.id](http://www.dictio.id)

e. *Spray Aerator*

Terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak (*Stationary nozzles*) dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara di sekeliling pada kecepatan 5-7 m /detik. *Spray aerator* sederhana diperlihatkan pada gambar, dengan pengeluaran air ke arah bawah melalui batang-batang pendek dari pipa yang panjangnya 25 cm dan diameter 15 -20 mm. piringan melingkar ditempatkan beberapa sentimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga bisa berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan-tetesan yang halus. *Nozzle* untuk *spray aerator* bentuknya bermacam-macam, ada juga nosel yang dapat berputar-putar.

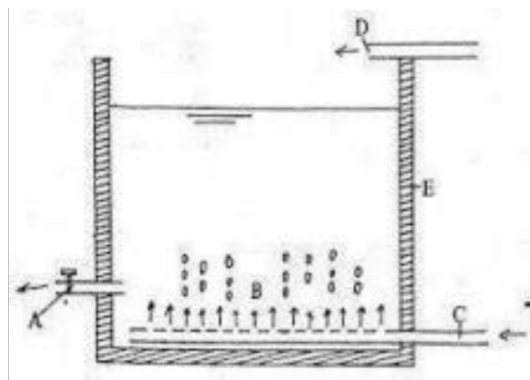


Gambar 2. 16 *Spray Aerator*

Sumber: [www.dictio.id](http://www.dictio.id)

f. *Aerator Gelembung Udara (Bubble aerator)*

Jumlah udara yang diperlukan untuk aerasi bubble (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari 0,3 – 0,5 m<sup>3</sup> udara/m<sup>3</sup> air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.



Gambar 2. 17 *Bubble Aerator*

Sumber: [www.dictio.id](http://www.dictio.id)

Keterangan:

A = Outlet

B = Gelembung udara

C = Pipa berlubang untuk udara

D = Inlet air baku

E = Bak air

g. *Multiple Tray Aerator*

*Multiple Tray Aerator* terdiri dari suatu rangkaian bak yang disusun seperti rak (*tray*) dan dilubangi pada bagian dasarnya. Air dialirkan dari puncak berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada masing-masing rak (*tray*) dan kemudian dikumpulkan pada suatu bak di bagian dasarnya (*collecting pons*). Pemerataan distribusi air di atas *tray* sangat penting untuk memperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum. Media kasar seperti arang, batu atau bola keramik yang ukurannya berkisar antara 26 inch (5-15 cm) adalah sangat penting untuk digunakan, karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalis dari mangan oksida.

*Multiple Tray Aerator* harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang cukup. Jika unit ini ditempatkan dalam suatu bangunan dimana terdapat pencemaran udara, maka efektivitas dan efisiensi dari unit akan berkurang, karena terjadi kontaminasi dari udara yang masuk dengan kandungan atau unsur-unsur tertentu yang ingin dihilangkan.

Secara garis besar, desain dan karakteristik operasional aerator dapat digolongkan menjadi beberapa macam (Qasim, 2000) sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Desain dan Karakteristik Operasional Aerator

Aerator	Penyisihan	Spesifikasi
Aerator Gravitasi: Cascade	20-45% CO <sub>2</sub>	Tinggi 1-3 m Luas: 85-105 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> .det Kecepatan aliran: 0,3 m/det
Packing Tower	> 95% VOC	Diameter kolom maksimum: 3 m
	> 90% CO <sub>2</sub>	Beban Hidrolik:2000 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> .hari
Tray	> 90% CO <sub>2</sub>	Kecepatan 0,8-1,5 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> .menit

Aerator	Penyisihan	Spesifikasi
		Kebutuhan udara: 7,5 m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> air Jarak rak (tray): 30-75 cm Luas: 50-160 m <sup>2</sup> / m <sup>3</sup> .det
Spray Aerator	70-90% CO <sub>2</sub>	Tinggi 1,2-9 m
	25-40 H <sub>2</sub> S	Diameter nozzle: 2,5-4 cm Jarak nozzle: 0,6-3,6 m Debit nozzle: 5- 10 l/det
Aerator Berdifusi	80% VOCs	Luas Bak: 105-320 m <sup>2</sup> / m <sup>3</sup> .det Tekanan semprotan: 70 kPa Waktu detensi: 10-30 menit Udara: 0,7-1,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> air tangki Kedalaman: 2,7-4,5 Lebar: 3-9 m Lebar/kedalaman < 2 Volume maksimum: 150 m <sup>3</sup> Diameter lubang diffuser: 2-5 mm
Aerator Mekanik	70-90% CO <sub>2</sub>	Waktu detensi: 10-30 menit
	25-40 H <sub>2</sub> S	Kedalaman tangki: 2-4 m

Sumber : Qasim, 2000.

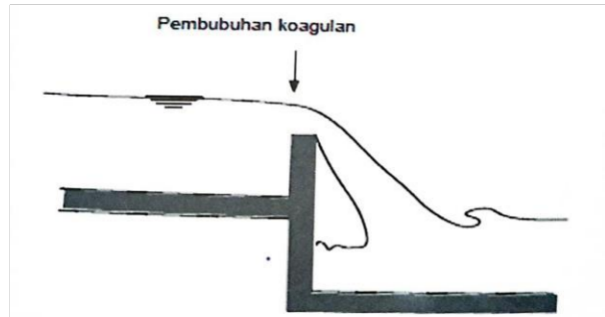
#### 2.7.4 Koagulasi

Pengadukan cepat berfungsi untuk menghasilkan turbulensi air sehingga bahan kimia atau koagulan yang akan dilarutkan ke dalam air baku menjadi homogen, dimana proses ini disebut dengan proses koagulasi. Pengadukan cepat umumnya memiliki gradien kecepatan berkisar antara 100 – 1000 per detik dengan waktu tendensi selama 20 – 60 detik.

Keberhasilan pengadukan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : jenis koagulan yang digunakan, dosis pembubuhan koagulan, dan pengadukan bahan kimia (Sutrisno, 2002). Proses pengadukan cepat dapat dilakukan secara hidrolis (terjunan dan pengadukan dalam pipa) ataupun secara mekanis yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengadukan Hidrolis

Pengadukan hidrolis memanfaatkan energi hidrolis yang dihasilkan oleh aliran air sebagai tenaga pengadukannya. Contoh pengadukan hidrolis adalah terjunan air, *flumes*, dan *weir*.

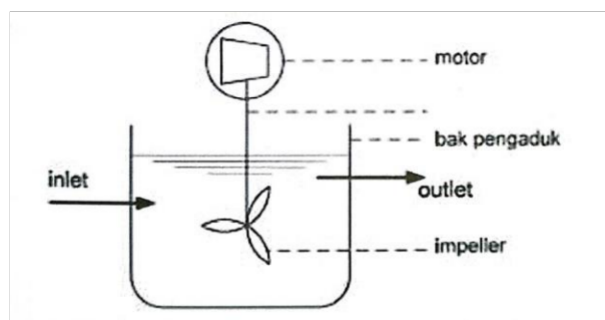


Gambar 2. 18 Pengadukan Cepat dengan Terjunan  
Sumber: Firsta, 2022

## 2. Pengadukan Mekanis

Pengadukan mekanis menggunakan alat pengaduk *impeller* yang bergerak dengan motor bertenaga listrik dan umumnya terdiri dari poros pengaduk, motor, dan gayung pengaduk (*impeller*). Durasi pengadukan mekanis berlangsung secara singkat. Beberapa contoh alat pengaduk (*impeller*) menurut Reynold dan Richards (1996) adalah :

- *Paddle* dengan putaran 2 – 150 rpm
- *Turbine* dengan putaran 10 – 150 rpm
- *Propeller* dengan putaran 150 – 1500 rpm



Gambar 2.19 Pengadukan Cepat dengan Alat Pengaduk  
Sumber: Firsta, 2022

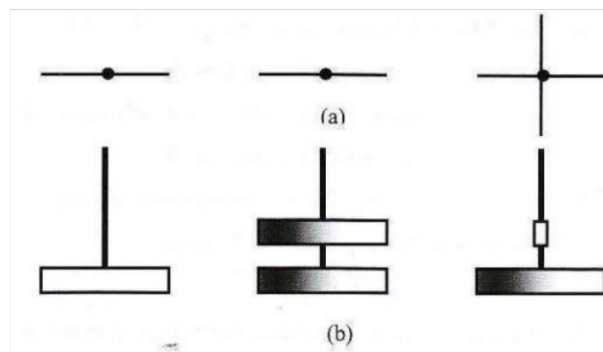


Tabel 2. 6 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)

Unit	Kriteria
Pengaduk cepat	
Tipe	Hidrolis : - Terjunan - Saluran Bersekat - Dalam Instalasi Pengolahan Air Bersekat Mekanis : - Bilah (Blade), Pedal (Paddle) - Flotasi
Waktu Pengadukan (detik)	1-5
Nilai G/detik	>750

Sumber: SNI 6774:2008

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. Tabel 2.8 dapat dijadikan patokan untuk menentukan G dan td. Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (power) yang dibutuhkan, perlu memperhatikan jenis impeller yang digunakan dan nilai konstanta KL dan KT yang dapat dilihat pada tabel 2.9.

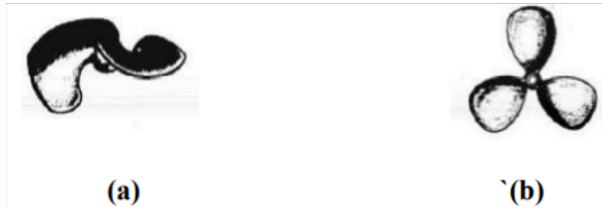


Gambar 2. 20 Tipe Paddle (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping

Sumber: Masduqi & Assomadi, 2012



Gambar 2. 21 Tipe Turbin  
 Sumber: Qasim, et al., 2000



Gambar 2. 22 Tipe Propeller (a) 2 Blade (B) 3 Blade  
 Sumber: Qasim, et al., 2000

Tabel 2. 7 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

Tabel 2. 8 Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

Waktu Pengadukan, td (detik)	Gradien Kecepatan (detik <sup>-1</sup> )
20	1000
30	900
40	790
50	700

Sumber : Reynolds & Richards, 1996

Tabel 2. 9 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 baffles	172,5	1,12
Flat paddles, 2 blades (single paddles), $D_i/W_i=4$	43,0	2,25
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i=6$	36,5	1,70
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i=8$	33,0	1,15
Flat paddles, 4 blades, $D_i/W_i=6$	49,0	2,75
Flat paddles, 6 blades, $D_i/W_i=8$	71,0	3,82

Sumber : Reynolds & Richards, 1996

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. Tidak setiap kekeruhan yang tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tinggi. Jika kekeruhan dalam air lebih dominan disebabkan oleh lumpur halus atau lumpur kasar maka kebutuhan akan koagulan hanya sedikit, sedangkan kekeruhan air yang dominan disebabkan oleh koloid akan membutuhkan koagulan yang banyak. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi koagulan yaitu:

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 7 (netral).

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-garam ini dapat mempengaruhi proses suatu penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda-beda bergantung dengan macam garam (ion) dan konsentrasinya. Semakin besar valensi ion akan semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibandingkan dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Sutrisno, 1992).

Tabel 2. 10 Jenis-Jenis Kogulan

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi Dengan Air	pH Optimum
Aluminium sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ 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	$Aln(OH)mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Ferric sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4 – 9
Ferri klorida	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4 – 9
Ferro Sulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	> 8,5

Sumber: Sugiarto, 2006

Tabel 2. 11 Karakteristik Koagulan

Koagulasi	Pengendapan Flok	pH Ekstrim	Dosis Optimum (kg/jam)		Kadar $Al_2O_3$	Kejernihan Air Olahan
			(kg/jam)	ppm	(%)	
Alum	Lebih lambat	Terjadi	14,4	40	> 8.0	Tidak sejernih PAC
PAC	Cepat	Tidak Terjadi	3,6	10	min 30	Jernih

Sumber: Kep Menkes RI no 907/Menkes/SK/VII/2002

### 2.7.5 Flokulasi

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar. Pada flokulasi, kontak antar partikel melalui tiga mekanisme, yaitu:

1. Thermal motion, yang dikenal dengan Brownian Motion atau difusi atau disebut sebagai Flocculation Perikinetik.
2. Gerakan cairan oleh pengadukan

3. Kontak selama pengendapan (Marsono, 2002)

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<sup>-1</sup>) 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. Nilai G dan waktu detensi untuk proses flokulasi adalah:

- a. Air sungai
  - Waktu detensi = minimum 20 menit
  - $G = 10-50 \text{ detik}^{-1}$
- b. Air waduk
  - Waktu detensi = 30 menit
  - $G = 10-75 \text{ detik}^{-1}$
- c. Air keruh
  - Waktu detensi dan G lebih rendah
- d. Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
  - G tidak lebih dari  $50 \text{ detik}^{-1}$
- e. Flokulator terdiri dari 3 kompartemen
  - G kompartemen 1: nilai terbesar
  - G kompartemen 2: 40% dari G kompartemen 1
  - G kompartemen 3: nilai terkecil
- f. Penurunan kesadahan
  - Waktu detensi = 30 menit
  - $G = 10-50 \text{ detik}^{-1}$
- g. Presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)

- Waktu detensi = 15-30 menit
- $G = 20-75 \text{ detik}^{-1}$
- $GTd = 10.000-100.000$

(Masduqi & Assomadi, 2012)

Tabel 2. 12 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)

Kriteria Umum	Flokulator Hidrolis	Flokulator Mekanis		Flokulator 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

Keterangan : \* termasuk ruang sludge blanket

### 2.7.6 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:

1. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
2. Pengendapan air yang telah melalui proses prasedimentasi sebelum memasuki unit saringan cepat.
3. Pengendapan air yang telah melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing oleh alum, soda, NaCl, dan chlorine.
4. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.

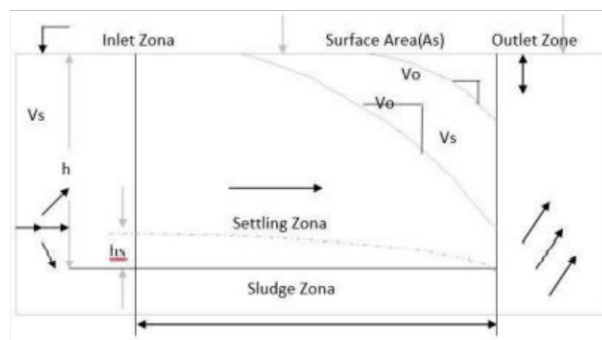
Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Keempat kelas itu adalah:

- 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)

Pada setiap bangunan sedimentasi terdapat empat zona:

- a. Zona Inlet
- b. Zona Outlet
- c. Zona Settling
- d. Zona Sludge

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





## Gambar 2. 23 Zona Pada Bak Sedimentasi

Sumber: Al Layla, Water Supply Engineering Design

Dimana pada setiap zona terjadi proses-proses sebagai berikut :

- Zona Inlet = Terjadi distribusi aliran yang menuju zona settling ( $\pm 25\%$  panjang bak)
- Zona Settling = Terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya
- 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.
- Zona Outlet = Pada zona ini dihasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.

Ada dua jenis bak sedimentasi yang biasa digunakan:

### a. *Horizontal - flow Sedimentation*

Desain yang baik pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air. Bentuknya yang persegi panjang yang tanpa menggunakan alat pengambil lumpur mekanik mempunyai beberapa keuntungan misalnya, mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan kondisi air seperti perubahan kekeruhan, laju aliran yang meningkat ataupun debit air yang meningkat secara tiba-tiba. Sedangkan pada bentuk yang circular biasanya menggunakan pengambil lumpur mekanik.

Cara kerja bak sedimentasi bentuk rectangular (persegi panjang) yaitu, air yang mengandung flok masuk ke zona inlet kemudian masuk ke zona settling melalui baffle/sekat agar alirannya menjadi laminar. Di zona settling partikel mengendap, endapannya masuk ke zona lumpur, sedangkan supernatant (airnya) keluar melalui zona outlet.

Beberapa keuntungan horizontal-flow dibandingkan dengan up flow adalah:

- Lebih bisa menyesuaikan dengan variasi kualitas dan hidrolis air
- Prosesnya memberikan bentuk yang dapat direncanakan sesuai dengan operasional dan kondisi iklim

- Biaya konstruksi murah
- Operasional dan perawatannya mudah

*b. Upflow Sedimentation*

Bangunan tipe ini biasanya digunakan bila debit air konstan dan kualitas kekeruhan tidak lebih dari 900 NTU. Kelemahan dari bangunan ini adalah tidak bisa digunakan bila kapasitasnya berlebih dan memerlukan tenaga ahli untuk mengoperasikannya. Bila dalam suatu bangunan pengolahan air lahannya terbatas bisa digunakan tipe ini untuk bak sedimentasinya karena lahan yang diperlukan untuk bangunan ini relatif kecil.

Semakin besar angka BOD menunjukkan bahwa derajat pengotoran air limbah semakin besar (Sugiharto, 2008). Pengotoran air limbah mengandung bahan-bahan organik, merusak kehidupan air serta menimbulkan bau. Salah satu cara untuk menurunkan polutan yaitu dengan teknologi pengolahan yang dapat dilakukan dengan cara penambahan bahan kimia untuk menetralkan keadaan dan meningkatkan pengurangan dari partikel kecil yang tercampur dilanjutkan dengan proses pengendapan untuk mengurangi bahan organik, proses ini dikenal dengan proses koagulasi yang bertujuan untuk memisahkan koloid yang sangat halus di dalam air limbah, menjadi gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, disaring atau diapungkan. Dengan berkurangnya bahan organik terlarut akan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut sehingga nilai BOD akan menurun. Menurut Metcalf & Eddy (2003), adanya waktu tinggal, penambahan bahan kimia, serta pengadukan sebelum unit sedimentasi dapat meningkatkan efisiensi penyisihan BOD sekitar 50 – 80 %.

### **2.7.7 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

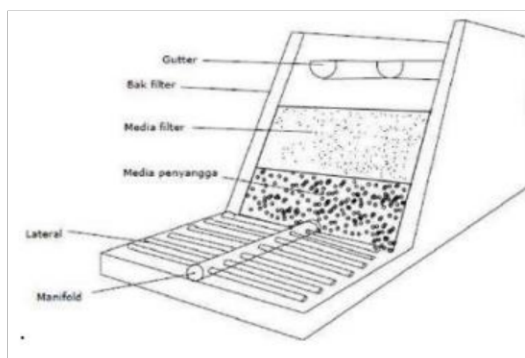
dilewatkan pada pasir dan kombinasi kerikil-kerikil untuk mendapatkan hasil air yang lebih baik.

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:

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.

Pada prosesnya, partikel tersuspensi yang ukurannya terlalu besar akan tetap tertahan di atas lapisan pasir. Namun jika ukuran partikel terlalu kecil (contohnya: partikel koloid dan bakteri) akan lebih sulit untuk dihilangkan karena akan lebih mudah lolos pada lapisan pasir ini. Pada lapisan kerikil, jarak di antara lapisan kerikil berfungsi sebagai area sedimentasi partikel tersuspensi. Namun dapat juga digunakan oleh partikel-partikel flok yang belum seratus persen terendapkan pada bak sedimentasi untuk mengendap pada lapisan kerikil ini. Pada gambar 2.21 dapat dilihat bagian-bagian filter.



Gambar 2. 24 Bagian-Bagian Filter  
Sumber: Reynold & Richards, 1996

Terdapat beberapa macam jenis filter modifikasi yang telah digunakan di mancanegara, antara lain rapid sand filter, slow sand filter, pressure sand filter, multiple media filters, diatomaceous earth filters, upflow filters dan lain sebagainya. Sedangkan jenis filter berdasar sistem operasi dan media antara lain: single media, dual media, dan multi media. Filter single media adalah filter cepat tradisional yang menggunakan media pasir kwarsa. Penyaringan suspenses solid terjadi pada lapisan paling atas sehingga dianggap kurang efektif karena sering dilakukan pencucian. Filter dual media menggunakan media pasir kwarsa di lapisan bawah dan antrasit di lapisan atas. Hal ini memberikan keuntungan yakni kecepatan filtrasi lebih tinggi (10-15 m/jam), periode pencucian lebih lama, dan hemat biaya. Multi media filter biasanya terdiri dari media antrasit, pasir, dan garnet atau dolomit. Media ini sering digunakan karena memiliki perbedaan densitas yang berbeda dengan antrasit sebagai media filtrasi yang paling ringan per satuan volume, kemudian diikuti oleh pasir dan granet. Fungsi multi media filter yakni untuk memaksimalkan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring (Reynolds, 1992).

Menurut Al-Layla (1978), pada proses purifikasi air, rapid sand filters memiliki hasil effluent yang lebih baik jika dibandingkan dengan slow sand filters. Kecepatan pada rapid sand filters ini cukup tinggi dan laju filtrasi nya berkisar antara 4-5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hr (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hr). Ukuran pasir efektif yang digunakan pada filter ini berkisar antara 0,45-0,55 mm. Lapisan filter ini bila dilihat dari bawah terdiri dari gravel dengan tebal berkisar antara 38-60 cm, sedangkan di atasnya terdapat pasir yang tebalnya kurang lebih 80 cm. Proses backwash pada rapid sand filter berbeda dengan slow sand filter. Pada rapid sand filters waktu backwash ditentukan dari head loss filter saat itu.

Keuntungan menggunakan rapid sand filters adalah area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, kurang sensitif terhadap

perubahan kualitas air baku, dan waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan slow sand filters. Sedangkan kekurangan dari rapid sand filters adalah tidak dapat mengurangi kadar bakteri di dalam air, membutuhkan biaya yang mahal, membutuhkan keahlian khusus dan menghasilkan lumpur yang banyak.

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrazit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang digunakan dilakukan dengan analisis ayakan. Hasil ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif dan keseragaman media yang diinginkan.

*Effective Size* (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10% dari total kedalaman lapisan media filter atau 10% dari fraksi berat, ini sering dinyatakan sebagai  $P_{10}$  (persentil 10).  $P_{10}$  yang dapat dihitung dari rasio ukuran rata-rata dan standar deviasi nya.

*Uniformity Coefficient* (UC) atau koefisien keragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60% fraksi berat terhadap ukuran (size). Kriteria untuk keperluan *rapid sand filter* adalah:

Singel media pasir:     $UC = 1,3 - 1,7$   
                                   $ES = 0,45 - 0,7 \text{ mm}$

Untuk dual media:     $UC = 1,4 - 1,9$   
                                   $ES = 0,5 - 0,7 \text{ mm}$

#### 1. Filter Pasir Cepat

Filter pasir cepat atau rapid sand filter adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat, berkisar 6 hingga 11 m/jam. Filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Jika kekeruhan pada influent filter pasir cepat berkisar 5-10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90-98% (Masduqi & Assomadi, 2012:171).

Tabel 2. 13 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Cepat

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 - 11	6 - 11
2	Pencucian: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem pencucian</li> <li>• Kecepatan (m/jam)</li> <li>• Lama pencucian (menit)</li> <li>• Periode antara dua pencucian (jam)</li> <li>• Ekspansi (%)</li> </ul>	Tanpa/dengan blower & atau surface wash 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 – 50	Tanpa/dengan blower & atau surface wash 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 – 50
3	Dasar filter <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm)</li> <li>• Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm)</li> <li>• Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm)</li> <li>• Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm)</li> </ul> </li> <li>b. Filter nozel               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebar slot nozel (mm)</li> <li>• Presentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)</li> </ul> </li> </ol>	80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30 <0,5 >4%	80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30 <0,5 <4%

Sumber : SNI 6774-2008

## 2. Filter Pasir Lambat

Filter pasir lambat atau slow sand filter adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Filter pasir lambat bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa milimeter bagian atas lapisan pasir halus yang disebut lapisan hypogeal atau schmutzdecke. Lapisan ini mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera, dan larva serangga air. Schmutzdecke adalah lapisan yang melakukan pemurnian efektif dalam pengolahan air. Selama air melewati schmutzdecke, partikel akan terperangkap dan organik terlarut akan teradsorpsi, diserap, dan dicerna oleh bakteri, fungi, dan protozoa (Masduqi & Assomadi, 2012:176).

Tabel 2. 14 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Lambat

Kriteria	Nilai/Keterangan
Kecepatan filtrasi	0,1 – 0,4 m/jam
Ukuran bed	Besar, 2000 m
Kedalaman bed	30 cm kerikil, 90 – 110 cm pasir, berkurang 50 – 80 cm saat pencucian
Ukuran pasir	Effective size 0,25 – 0,3 mm, uniformity coefficient 2 – 3
Distribusi ukuran media	Tidak terstratifikasi
Sistem underdrain	Sama dengan filter cepat atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran utama
Kehilangan energi	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir
Filter run	20 – 60 hari
Metode pembersihan	Mengambil lapisan pasir dipermukaan dan mencucinya
Air untuk pembersihan	0,2 – 0,6% dari air tersaring
Pengolahan pendahuluan	Biasanya tidak ada bila kecurahan kurang dari 50 NTU
Biaya konstruksi	Relatif rendah
Biaya operasi	Relatif rendah
Biaya depresiasi	Relatif rendah

Sumber : Schulz & Okun, 1984

### 3. Filter Bertekanan

Filter bertekanan (pressure filter) pada dasarnya mempunyai prinsip yang sama dengan filter gravitasi (filter cepat dan filter lambat), yaitu air akan melewati media berbutir dan terjadi penyaringan secara fisik. Pada filter cepat dan filter lambat, aliran air melewati media berbutir hanya didorong oleh tekanan atmosfer atau sistem aliran terbuka. Pada filter bertekanan, diperlukan pendorong tekanan yang lebih besar. Oleh karena itu tangki dirancang dengan sistem tertutup dan menggunakan pompa untuk menambah tekanan dalam tangki. Filter bertekanan terdiri atas tangki tertutup, media filter, media penyangga, dan sistem underdrain.

Tabel 2. 15 Kriteria Perencanaan Filter Bertekanan

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	12 – 33
2	Pencucian	

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistem pencuciaan</li> <li>Kecepatan (m/jam)</li> <li>Lama pencucian (menit)</li> <li>Periode antara dua pencucian (jam)</li> <li>Ekspansi (%)</li> </ul>	Tanpa/dengan blower & atau surface wash 72 – 198 - - 30 – 50
3	Media pasir <ul style="list-style-type: none"> <li>Tebal (mm)</li> <li>Single media</li> <li>Ganda media</li> <li>Ukuran efektif, ES (mm)</li> <li>Koefisien keseragaman, UC</li> <li>Berat Jenis (kg/L)</li> <li>Porositas</li> <li>Kadar SiO<sub>2</sub></li> </ul>	300 – 700 600 – 700 300 – 600 - 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 >95%
4	Media antrasit: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tebal (mm)</li> <li>Ukuran efektif, ES (mm)</li> <li>Koefisien keseragaman, UC</li> <li>Berat jenis (kg/L)</li> <li>Porositas</li> </ul>	400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5
5	Dasr filer nozel: <ul style="list-style-type: none"> <li>Lebar slot nozal (mm)</li> <li>Presentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)</li> </ul>	< 0,5 > 4%

Sumber : SNI 6774-2008

#### 4. Hidrolika Pencucian (*Backwash*)

Setelah digunakan dalam kurun waktu tertentu, filter akan mengalami penyumbatan akibat tertahannya partikel halus dan koloid oleh media filter. Tersumbatnya media filter ditandai oleh:

- Penurunan kapasitas produksi
- Peningkatan kehilangan energi (head loss) yang diikuti oleh kenaikan muka air di atas media filter
- Penurunan kualitas produksi

Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada media filter dengan aliran ke atas (upflow) hingga media terekspansi.



Umumnya tinggi sebesar 15 sampai 35% (Droste, 1997). Lama pencucian sekitar 3 hingga 15 menit.

Berdasarkan cara pencucian balik (*back washing*) terdapat 4 (empat) jenis, yaitu :

1. Menggunakan menara air
2. Pemompaan langsung
2. Pencucian antar saringan (*intern filter back washing/self backwashing*)
3. Pencucian kontinu (*continous back washing*).

### **2.7.8 Desinfeksi**

Desinfeksi diartikan sebagai destruksi mikroba yang patogen. Dalam penyediaan air minum, desinfeksi dimaksudkan untuk melindungi pemakai air dari penularan penyakit yang dapat disebarkan melalui air, antara lain disenteri, kolera, tipus, poliomyelitis, hepatitis dan sebagainya. Penyakit-penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri, virus, dan kista amuba. Mikroba ini dapat dimatikan dengan proses desinfeksi.

Beberapa metoda yang dapat digunakan untuk desinfeksi adalah kimiawi, fisik, dan radiasi. Bahan kimia untuk proses desinfeksi disebut disinfektan. Bahan kimia yang umum digunakan sebagai disinfektan adalah klor dan senyawanya, brom, iodine, ozon, fenol dan senyawa fenolat, alkohol, logam berat dan senyawa yang berkaitan, bahan pewarna, sabun dan deterjen sintesis, senyawa ammonium kuarter, hidrogen peroksida, dan beberapa basa dan asam. Dari bahan-bahan kimia di atas, klor paling umum diaplikasikan untuk air minum. Brom dan iodine digunakan untuk desinfeksi air limbah atau kolam renang.

Desinfeksi dengan metoda fisik adalah desinfeksi dengan memberikan perlakuan fisik terhadap mikroba, yaitu panas dan cahaya. Kontak mikroba dengan air panas hingga titik didihnya selama waktu tertentu akan merusak sebagian besar sel mikroba, terutama bakteri. Desinfeksi dengan metoda pemanasan kurang layak untuk air dalam skala besar. Sumber panas lainnya adalah dari sinar matahari. Bagian dari sinar matahari yang dapat dimanfaatkan

untuk disinfeksi adalah sinar ultra violet. Radiasi ultra violet mampu menembus dinding sel mikroba dan merusak sistem replikasi sel.

Mekanisme kerja disinfektan dalam membunuh mikroba adalah:

- a) Merusak dinding sel
- b) Mengubah permeabilitas sel
- c) Mengubah sifat koloidal pada protoplasma
- d) Menghambat aktivitas enzim
- e) Mengoksidasi komponen penting dari sel (enzim, protein, DNA dan RNA)

Melalui mekanisme di atas, sel mikroba akan mengalami kematian akibat rusaknya sel dan inti sel.

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses disinfeksi:

a. Waktu Kontak

Variabel paling penting dalam disinfeksi adalah waktu kontak. Kematian mikroba akan bertambah besar sejalan dengan bertambahnya waktu kontak.

b. Jenis Disinfektan

Jenis disinfektan yang berbeda akan mempengaruhi jumlah kematian mikroba atau waktu kontak yang diperlukan untuk proses disinfeksi. Disinfektan seperti ozon dan klordioksida mempunyai kemampuan lebih besar dibandingkan dengan gas klor. Hal ini karena ozon dan klordioksida merupakan oksidator kuat.

c. Konsentrasi Disinfektan

Efektivitas disinfeksi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi disinfektan. Efektivitas tersebut dapat dinyatakan dengan faktor CT, yaitu hasil perkalian antara C (konsentrasi) dan t (waktu kontak).

d. Suhu

Pengaruh suhu pada tingkat kematian mikroba dapat dinyatakan dengan persamaan van't Hoff-Arrhenius. Meningkatnya suhu akan menghasilkan kematian yang lebih cepat.

e. Jumlah Mikroba

Konsentrasi mikroba yang lebih besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memamatkannya.

f. Jenis Mikroba

Efektivitas beberapa disinfektan dipengaruhi oleh sifat dan kondisi mikroba. Sebagai contoh, bakteri berspora lebih resistan terhadap disinfektan tertentu dibandingkan dengan jenis bakteri vegetatif. Di antara spora berbagai jenis bakteri, spora *Bacillus stearothermophilus* memiliki resistansi paling tinggi, dan spora *Bacillus cereus* memiliki resistansi paling rendah. Pada umumnya, bakteri lebih mudah didisinfeksi daripada virus atau kista protozoa.

Berikut adalah berbagai macam disinfeksi dengan metode yang berbeda-beda beserta penjelasannya:

1. Disinfeksi dengan Ozon

Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga dapat melakukan perusakan bakteri antara 600 – 3000 lebih kuat dari klorin. Penggunaannya tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat bergantung pada pH air. Mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan elektron yang tidak beraturan dalam medan listrik tinggi.  $O_2$  berarus bolak-balik melewati media arus listrik yang tinggi akan menghasilkan lompatan elektron yang bergerak pada elektroda satu dan yang lain. Jika elektroda mencapai kecepatan cukup, maka akan menyebabkan molekul oksigen splitting ke bentuk atom oksigen radikal bebas. Atom-atom ini akan bergabung membentuk  $O_3$  (ozon).

2. Disinfeksi dengan UV

Dapat terjadi dengan interaksi langsung menggunakan sinar UV dan tidak langsung menggunakan zat pengoksidasi. Biasanya sinar UV yang digunakan mampu mematikan semua mikroorganisme. Daerah yang berperan dalam efek germicidal adalah UV-C, dengan gelombang 220 – 280 nm.

3. Desinfeksi dengan Pembubuhan Kimia

Metode ini menggunakan bahan kimia yang dicampurkan dalam air kemudian diberikan waktu yang cukup agar memberi kesempatan kepada zat untuk berkontak dengan bakteri. Desinfeksi air minum yang sering dilakukan yaitu dapat memanfaatkan klorin. Reaksi yang terjadi pada pembubuhan klorin, yaitu:



#### 4. Desinfeksi 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/m<sup>3</sup> air, tergantung pada turbiditas air.

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 sisas klor yang dianjurkan 0,2 – 0,5 mg/l (Fatimah, et al., 2007).

Perlu dilakukan percobaan Daya Pengikat Chlor (DPC) untuk mengetahui dosis senyawa chlor (Cl<sub>2</sub>) yang dibutuhkan oleh air untuk proses desinfeksi (membunuh bakteri). Daya Pengikat Chlor ditentukan cara selisih antara chlor yang dibutuhkan dengan sisa chlor setelah kontak selama 30 menit (Sawyer, et al., 1978).

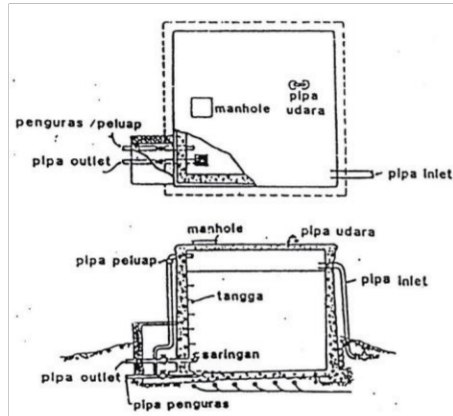
#### 2.7.9 Reservoir

Reservoir pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) berfungsi untuk menampung debit produksi dan debit pemakaian, meratakan aliran, dan mengatur tekanan sebelum didistribusikan ke pelanggan atau konsumen. Reservoir diperlukan karena debit air yang diproduksi tidak selalu sama dengan debit pemakaian air. Reservoir dapat dibagi berdasarkan bentuk, fungsi, tinggi reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, dan bahan konstruksinya.

Berdasarkan tinggi reservoir terhadap permukaan tanah di sekitarnya, reservoir dibagi menjadi :

##### 1. Ground Reservoir (Reservoir Permukaan)

Merupakan jenis reservoir yang sebagian besar atau seluruhnya terletak di bawah permukaan tanah.



Gambar 2. 25 Ground Reservoir

Sumber : <https://bpsdm.pu.go.id/>

2. Elevated Reservoir (Reservoir Menara)

Merupakan jenis reservoir yang seluruh bagian penampungannya terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.



Gambar 2. 26 Elevated Reservoir

Sumber : <https://bpsdm.pu.go.id/>

Berdasarkan bahan konstruksinya, reservoir dibagi menjadi :

1. Reservoir Tangki Baja

Tangki baja relatif lebih murah dari tangki beton. Namun, perlu dicat dan dilindungi dengan “*Cathodic Protection*” karena baja beresiko terhadap karat dan mudah menyerap panas.



Gambar 2. 27 Reservoir Tangki Baja

Sumber : <https://bpsdm.pu.go.id/>

2. Reservoir Beton Cor

Reservoir beton cor memiliki kelebihan kedap air dan tidak mudah bocor. Namun biaya konstruksi relatif lebih tinggi.



Gambar 2. 28 Reservoir Beton Cor

Sumber : <https://bpsdm.pu.go.id/>

3. Reservoir Pasangan Bata

Reservoir pasangan bata memiliki kelebihan yaitu kekuatan dan kekokohan serta tahan lama sehingga jarang terjadi keretakan dinding. Namun, pembuatannya cukup sulit dan cenderung lebih boros material perekat karena harus membuat pasangan bata yang rapi sehingga membutuhkan plesteran yang cukup tebal agar menghasilkan dinding yang cukup rata.



Gambar 2. 29 Reservoir Pasangan Bata

Sumber : <https://bpsdm.pu.go.id/>

#### 4. Reservoir Fiber

Reservoir fiberglass lebih ringan, tekstur dinding tangki kaku dan terlihat kuat. Namun, rentan terhadap benturan dan dinding tangki mudah retak, tidak tahan terhadap UV dan oksidasi bila terjemur sinar matahari.



Gambar 2. 30 Reservoir Fiber

Sumber : <https://bpsdm.pu.go.id/>

Berdasarkan Permen PU N0. 18 Tahun 2007 lokasi dan tinggi reservoir ditentukan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

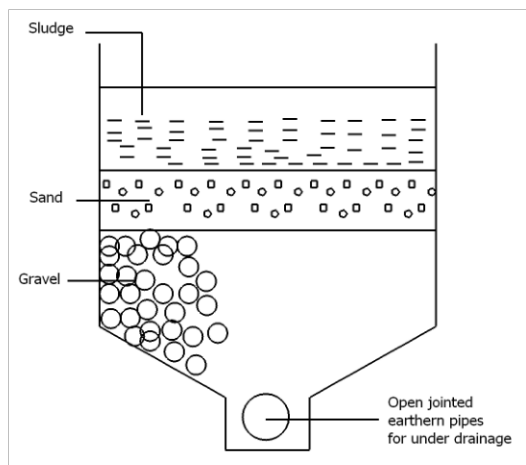
1. Reservoir pelayanan ditempatkan sedekat mungkin dengan pusat dasar pelayanan, kecuali kalau keadaan tidak memungkinkan, selain itu harus dipertimbangkan pemasangan pipa paralel.

2. Tinggi reservoir pada sistem gravitasi ditentukan sedemikian rupa sehingga tekanan minimum sesuai hasil perhitungan hidrolik di jaringan pipa distribusi. Muka air reservoir rencana diperhitungkan berdasarkan tinggi muka air minimum.
3. Jika elevasi muka tanah wilayah pelayanan bervariasi maka wilayah pelayanan dapat dibagi menjadi zona wilayah pelayanan yang dilayani masing-masing dengan satu reservoir

Berdasarkan Permen PU N0. 18 Tahun 2007 volume reservoir pelayanan (*service reservoir*) ditentukan berdasarkan:

1. Jumlah volume air maksimum yang harus ditanggung pada saat pemakaian air minimum ditambah volume air yang harus disediakan pada saat pengaliran jam puncak karena adanya fluktuasi pemakaian air di wilayah pelayanan dan periode pengisian reservoir.
2. Cadangan air untuk pemadam kebakaran kota sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk daerah setempat dinas kebakaran.
3. Kebutuhan air khusus, yaitu penggunaan reservoir, taman, dan peristiwa khusus.

### 2.7.10 Sludge Drying Bed



Gambar 2. 31 Sludge Drying Bed

Sumber: <https://sswm.info/>



Sludge Drying Bed pada umumnya digunakan untuk pengumpulan padatan lumpur/ sludge dengan ukuran padatan yang relatif kecil hingga sedang. Dalam prosesnya, lumpur / sludge diletakkan pada kolam memiliki kedalaman lapisan lumpur yang berkisar antara 200-300 mm. Selanjutnya lumpur tersebut dibiarkan mengering. Pengurangan kadar air dalam sludge drying bed terjadi karena adanya saluran drainase yang terletak di dasar kolam dan akibat proses penguapan. Kebanyakan hilangnya kadar air dari sludge drying bed diakibatkan oleh pengurasan pada saluran drainase. Oleh karena itu, kecermatan dalam penentuan dimensi pipa drainase sangat dibutuhkan. Sludge drying bed pada umumnya dilengkapi dengan saluran drainase lateral (pipa PVC berpori atau pipa yang diletakkan di dasar dengan open join). (Metcalf & Eddy, 2003)

Saluran drainase memiliki persyaratan minimal kemiringan yaitu sekitar 1% (0,01 m/m) dengan jarak antar saluran drainase pada masing-masing partisi sekitar 2,5-6 m. Saluran drainase juga harus terlindung dari lumpur secara langsung sehingga diperlukan media yang mampu menutupi saluran drainase pada sludge drying bed. Media tersebut pada umumnya berupa kerikil dan juga pecahan batu yang disusun dengan ketebalan antara 230-300 mm. Ketebalan yang diatur sedemikian rupa memiliki fungsi guna menghambat laju air dan meminimasi masuknya lumpur / sludge ke dalam saluran drainase. Pasir yang digunakan pada media penyangga juga memiliki batasan koefisien keseragaman yang tidak lebih dari 4 dan memiliki effective size antara 0,3-0,75. Area pengeringan memiliki dimensi lebar yang dibatasi pada 6 m dengan panjang yang berkisar antara 6-30 m dan kedalaman yang berkisar antara 380-460 mm. Bahan beton disarankan digunakan sebagai bahan penyusun bangunan sludge drying bed. (Metcalf & Eddy, 2003).

Pipa inlet pada bangunan sludge drying bed harus dirancang dengan kecepatan minimal 0,75 m/s dan memungkinkan untuk terjadinya proses pengurasan pada saluran drainase. Pipa besi dan PVC merupakan jenis pipa yang paling sering digunakan. Sistem penyaluran sludge dilakukan dengan mengalirkan air tegak lurus dengan posisi sludge drying bed guna mengurangi kecepatan alir saat sludge memasuki bangunan pengering. (Metcalf & Eddy, 2003)

Padatan pada sludge drying bed hanya dapat dikuras dari bangunan sludge drying bed setelah sludge mengering. Sludge / lumpur yang telah mengering memiliki ciri yaitu memiliki permukaan yang terlihat retak dan mudah hancur serta berwarna hitam atau coklat gelap. Kadar air yang terkandung dalam sludge / lumpur yang telah mengering berkisar pada 60% pada rentang antara 10-15 hari. Proses pengurasan dapat dikatakan selesai apabila sludge/lumpur telah dikeruk menggunakan scrapper atau secara manual dan diangkut menggunakan truk keluar dari lokasi pengolahan. (Metcalf & Eddy, 2003).

## 2.8 Persen Removal

Berdasarkan literatur yang telah kami kumpulkan, didapatkan persen removal dari setiap unit pengolahan air minum untuk semua parameter yang ada dalam air baku yang akan digunakan sehingga air yang diproduksi dapat memenuhi standar baku mutu yang ada. Berikut ini persen removal beserta sumbernya :

Tabel 2. 16 Persen Removal

No.	Unit Pengolahan	Parameter Pencemar	% Removal	% Removal yang digunakan	Sumber
1	Aerasi	Fe	20 - 90%	90%	Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9, Page 224</i>
		Mn	0 - 60%	60%	
		Amonia	90%	90%	EPA. 2000. <i>Wastewater Technology Fact Sheet Ammonia Stripping.</i>
2	Sedimentasi	Kekeruhan	90 - 100%	90%	Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9, Page 224.</i>
		TDS	0 - 20%	20%	
3	Filtrasi	Kekeruhan	90 - 100%	90%	Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9, Page 224.</i>
		TDS	0 - 20%	20%	
		Fe	20 - 100%	90%	
		Mn	20 - 100%	95%	
4	Desinfeksi	Total Koliform	60 - 100%	100%	Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9, Page 224.</i>
		E.Coli	60 - 100%	100%	

Sumber: Data Perencanaan dan Literatur

## 2.9 Profil Hidrolis

Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing-masing unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan tekanan (head loss) 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. Profil hidrolis IPA merupakan upaya penyajian secara grafis “*hydraulic grade line*” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan (*influent-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. Hal yang perlu diperhatikan sebelum membuat profil hidrolis adalah memperhitungkan:

1. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan

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:  $L \times S$

- d. Kehilangan tekanan pada aksesoris

Mengekivalenkan aksesoris dengan panjang pipa, disini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus S

- 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. Tinggi muka air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat mengakibatkan kesalahan dalam penentuan elevasi bangunan pengolahan sehingga akan mempengaruhi proses pengolahannya. Kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada) akan berpengaruh pada perhitungan tinggi muka air. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara:

1. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir
2. Menambahkan kehilangan tekanan antara *clear well* dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air di *clear well*
3. Mendapatkan tinggi muka air bangunan sebelum *clear well* hingga bangunan pertama sesudah *intake*
4. Jika tinggi muka air bangunan setelah *intake* lebih tinggi dari pada tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa di *intake* untuk menaikkan air