

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Baku

Sumber air baku memegang peranan yang sangat penting dalam industri air bersih. Air baku atau *Raw Water* merupakan awal dari suatu proses dalam penyediaan dan pengolahan air bersih. Sumber air baku bisa berasal dari sungai, danau, sumur air dalam, mata air dan bisa juga dibuat dengan cara membendung air buangan atau air laut (Nainggolan et al., 2019). Air baku yang akan digunakan untuk proses pengolahan harus diperhatikan pula klasifikasi kelas badan air yang akan digunakan. Karena klasifikasi kelas yang berbeda juga mempengaruhi proses pengolahannya (Joleha & Suprayogi, 2019).

2.1.1 Syarat Kualitas Air Baku

Syarat kualitas air baku penting untuk memastikan bahwa air yang akan diolah menjadi air minum aman dan layak untuk konsumsi. Berikut adalah beberapa parameter yang biasanya menjadi syarat kualitas air baku (Gunawan et al., 2018):

a. Persyaratan Kualitatif

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisika, persyaratan kimia, persyaratan biologis atau bakteriologis dan persyaratan radioaktif. Secara fisik, air bersih harus jernih, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, dan memiliki suhu sama dengan suhu udara lebih $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Secara kimia, air bersih tidak boleh mengandung bahan- bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan antara lain adalah pH, total solid, zat organik, CO_2 agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), nitrit, flourida (F), dan logam berat. Secara biologis, air bersih tidak boleh mengandung mikroorganisme patogen yang mengganggu kesehatan manusia. Secara radioaktif, air bersih tidak boleh

mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan radioaktif, seperti Radon (Rn), Uranium (U), dan Cesium-137 dan Strontium-90.

b. Persyaratan Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

c. Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam perhari atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia.

2.1.2 Karakteristik Air Baku

Air baku merupakan air bersih yang digunakan untuk kebutuhan air bersih, domestik serta industri. Untuk memenuhi air baku yang setiap harinya semakin meningkat, maka air baku dapat diperoleh dari air sungai, air tanah maupun air sumur. Air yang digunakan sebagai air baku harus memenuhi persyaratan sesuai dengan kegunaannya. Air bersih merupakan air yang telah diuji kualitasnya, sehingga memenuhi standar syarat kesehatan dan juga dapat langsung diminum, syarat kesehatan yang dimaksud adalah mikrobiologi; kimia fisika dan radio aktif. Oleh karena itu, air baku yang akan diolah harus memperhatikan karakteristik serta parameter dari air baku (Aminuddin et al., 2023). Hal ini dilakukan supaya mempermudah proses pengolahan air baku menjadi air bersih atau air minum sesuai sehingga diketahui jenis pengolahan serta unit yang akan digunakan.

Adapun karakteristik serta parameter dalam air baku yang akan diolah yaitu sebagai berikut:

a. **BOD (*Biochemical oxygen demand*)**

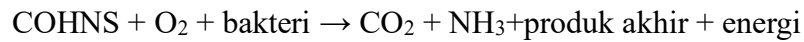
BOD atau *BioChemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai

atau mendekomposisikan bahan organik dalam kondisi aerobik. BOD sendiri sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung di dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. BOD₅ adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter (mg/L) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk itu semua diperlukan waktu 100 hari pada suhu 28°C. Akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari sehingga dikenal sebagai BOD₅. Dalam proses penguraian parameter BOD, terdapat tiga atau lebih proses yang berlangsung hingga dekomposisi BOD selesai. Proses pertama yaitu sebagian air limbah dioksidasi menjadi produk akhir untuk mendapatkan energi guna pemeliharaan sel dan pembentukan jaringan sel baru. Secara bersamaan beberapa bahan organik dari air limbah diubah menjadi jaringan sel baru menggunakan energi yang dilepaskan selama oksidasi. Ketika bahan organik habis, sel-sel baru akan mengonsumsi jaringan sel mereka sendiri untuk mendapatkan energi untuk metabolisme sel (Takashi Asano & Professor, 2007). Kandungan BOD yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 pada lampiran VI untuk BOD memiliki nilai standar baku mutu sebesar 2 mg/L yang diizinkan layak konsumsi bagi masyarakat.

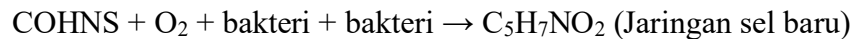
Perlu diketahui bahwa BOD₅, hanya mewakili sebagian materi yang dapat terdegradasi secara biologis. Analisis yang lebih lengkap didapatkan dengan memperlama durasi analisis dari lima hari menjadi berkisar di antara rentang 20 dan 30 hari yang dikenal dengan nama BOD_∞, atau BOD_{ultimate}. Pada air limbah domestik, nilai (BOD_∞) umumnya sekitar 40-50 % lebih tinggi daripada BOD (lima hari), atau BOD/BOD_{00.}, berkisar antara 0.6-0.7. Perbandingan BOD/BOD_∞ bagaimanapun bisa bervariasi, tergantung jenis asal air limbah dan nilai tersebut menjadi lebih rendah bagi air hasil pengolahan biologis (Hendrasarie, N., 2022).

Proses ketiga ini disebut respirasi endogen. CHONS (karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur) mewakili jaringan sel dengan reaksi kimia:

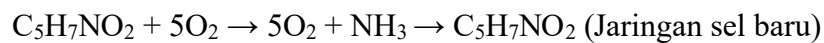
- Oksidasi:



- Sintesis:



- Respirasi endogen:



b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Penetapan COD didasarkan atas kenyataan bahwa hampir semua senyawa organik dapat dioksidasi dengan bantuan oksidator kuat dalam kondisi asam. Aminonitrogen akan diubah menjadi amoniak nitrogen (NH_4^+) dan pada oksidasi selanjutnya akan diubah menjadi nitrat (NO_3^-). Terdapat hubungan linear antara COD dan hasil BOD₅, akan tetapi hubungan tersebut tergantung sepenuhnya pada komposisi air limbah. Hubungan antara *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yaitu keduanya digunakan untuk mengukur kandungan bahan organik dalam air atau limbah. Nilai BOD digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air atau limbah, sedangkan nilai COD digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air atau limbah. Karena COD mencakup senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme, nilai COD biasanya lebih tinggi dari pada nilai BOD (Dirjen Cipta Karya Kementerian PUPR, 2018). Kandungan COD yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 pada lampiran VI untuk COD memiliki nilai standar baku mutu sebesar 10 mg/L yang diizinkan layak konsumsi bagi masyarakat.

Pada analisis COD ada dua oksidator kimia berbeda yang digunakan, yaitu kalium permanganat dan kalium dikromat. Standar Nasional Indonesia (SNI) menggunakan metode kalium dikromat demikian pula pada *Standard Method* yang digunakan oleh US-EPA (*United States of Environmental Agency*) adalah metode kalium dikromat. Dengan demikian, apabila tidak ada keterangan apapun yang menyertainya, maka analisis COD yang dimaksud adalah metoda dikromat.

Kalium permanganat digunakan untuk menentukan *chemical oxygen demand* (COD). Permanganat adalah oksidator yang relatif lebih lemah dibandingkan dengan dikromat, sehingga hanya sebagian senyawa organik yang akan teroksidasi secara sempurna. Pada umumnya analisis ini digunakan untuk memperkirakan pengenceran yang diperlukan pada saat akan menguji nilai BOD₅ (Hendrasarie, N., 2022).

c. TSS (*Total Suspended Solid*)

Padatan tersuspensi total atau Total Suspended Solid (TSS) merupakan residu dari padatan total (Total Solid/TS) yang tertahan saringan dengan ukuran maksimal partikel sebesar 2 μ m dan lebih besar dari ukuran koloid. TSS menyebabkan air menjadi keruh karena padatan jenis ini tidak terlarut dalam air serta tidak dapat mengendap secara langsung. Secara umum TSS disebabkan oleh partikel yang memiliki berat maupun ukuran lebih kecil dari sedimen seperti tanah liat, bahan organik tertentu, sel mikroorganisme, dan sebagainya. Partikel yang dapat digolongkan kedalam TSS antara lain tanah liat, lumpur, sulfida, ganggang, logam oksida, bakteri dan jamur. Umumnya TSS dapat di removal dengan menggunakan unit filtrasi serta flokulasi.

Materi tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas air karena menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk kedalaman air. Oleh karenanya, manfaat air dapat berkurang, dan organisme yang butuh cahaya akan mati. Setiap kematian organisme

akan menyebabkan terganggunya ekosistem akuatik. Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. Apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dari bereaksi dengan air yang asri, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara. Proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta-delta yang dapat pengaruhnya terhadap kesehatan pun menjadi tidak langsung (Rinawati et al., 2018). Kandungan TSS yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 pada lampiran VI untuk TSS memiliki nilai standar baku mutu sebesar 40 mg/L yang diizinkan layak konsumsi bagi masyarakat.

d. N-Total (Total Nitrogen)

Total nitrogen terdiri dari nitrogen organik, ammonia, nitrit, dan nitrat. Fraksi organik terdiri dari campuran kompleks senyawa-senyawa yang meliputi asam amino, gula-gula amino, dan protein (polimer dari asam amino). Senyawa-senyawa yang terdiri dari fraksi organik dapat bersifat terlarut atau berupa padatan. Nitrogen dalam senyawa-senyawa ini siap untuk diubah menjadi ammonium melalui aktivitas mikroorganisme yang terdapat di lingkungan perairan atau tanah. Senyawa urea yang mudah diubah menjadi ammonium karbonat, jarang ditemukan dalam air limbah perkotaan yang tidak diolah (Hendrasarie, N., 2022).

Hubungan yang timbul diantara berbagai bentuk campuran nitrogen dan perubahan-perubahan yang terjadi dalam alam pada umumnya digambarkan dengan “siklus nitrogen”. Didalam air limbah kebanyakan dari nitrogen itu pada dasarnya terdapat dalam bentuk organik atau nitrogen protein dan amoniak. Setingkat demi setingkat nitrogen organik itu dirubah menjadi nitrogen amoniak, dalam kondisi-kondisi aerobik, oksidasi dari amoniak menjadi nitrit dan nitrat terjadi sesuai waktunya. Pada limbah yang belum diolah, nitrogen dijumpai dalam bentuk nitrogen organik dan komponen amonium. Nitrogen organik akan

diubah oleh aktivitas mikroba menjadi ion amonium. Bila kondisi lingkungan mendukung maka mikroba nitrifikasi mampu mengoksidasi amonia. Mikroba tersebut bersifat autotropik yaitu mendapatkan energinya melalui proses oksidasi dari ion ammonium (Pungut et al., 2021). Kandungan Nitrogen Total yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor No 2 Tahun 2023 untuk Nitrogen Total memiliki nilai standar baku mutu sebesar 15 mg/L yang diizinkan layak konsumsi bagi masyarakat.

e. P-Total (Total Fosfat)

Kandungan fosfat pada air limbah ditemukan pada beberapa tempat. Fosfat anorganik dihasilkan oleh limbah manusia sebagai hasil proses metabolisme senyawa protein, lemak di dalam tubuh. Senyawa polifosfat ditemukan pada limbah industri detergen maupun pencucian. Senyawa ortofosfat ditemukan pada pupuk tanaman, yang sering digunakan pada daerah pertanian. Senyawa polifosfat dapat dihidrolisis oleh bakteri menjadi senyawa ortofosfat. Jumlah kandungan polifosfat dapat dihitung dengan cara total anorganik fosfat dikurangi dengan ortofosfat. Senyawa fosfat biasanya diukur bentuk ortofosfat. Penentuan kandungan fosfat sebagai indikator biologis terdapat aktivitas mikroorganisme pada air permukaan, dalam penelitian sebelumnya kandungan fosfat ditemukan pada sungai, danau maupun reservoir. Penentuan fosfat harus dilakukan secara rutin dalam pengolahan air limbah maupun di air permukaan, karena fosfat sebagai nutrisi makro esensial pertumbuhan biologis (Listantia, 2020). Kandungan Posfat Total yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor No 2 Tahun 2023 untuk Posfat Total memiliki nilai standar baku mutu sebesar 0,2 mg/L yang diizinkan layak konsumsi bagi masyarakat.

Fosfat juga merupakan unsur yang penting bagi pertumbuhan alga dan organisme biologis lainnya. Fosfat dapat merangsang pertumbuhan alga yang berbahaya di permukaan air, maka akhir-akhir ini banyak perhatian diberikan untuk mengendalikan jumlah senyawa fosfat yang

masuk ke dalam limbah domestik, industri dan pertanian. Sebagai contoh, air limbah domestik dapat mengandung fosfat sebagai P dalam rentang konsentrasi 4 hingga 16 mg/L.

Bentuk-bentuk yang umum dari fosfat yang sering ditemukan dalam larutan adalah ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik. Contoh dari ortofosfat adalah: PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4 , H_3PO_4 , biasanya senyawa-senyawa ini dapat langsung digunakan untuk metabolisme biologis tanpa disertai dengan proses penguraian lebih dahulu. Polifosfat mencakup molekul-molekul dengan dua atau lebih atom fosfat, oksigen, dan pada beberapa kasus atom hidrogen yang tergabung dalam molekul yang kompleks. Polifosfat menjalani proses hidrolisis dalam larutan' dan kembali kepada bentuk ortofosfat; biasanya proses hidrolisis ini berjalan dengan lambat. Fosfat yang terikat secara organik biasanya merupakan kelompok yang jarang ditemui dalam air limbah domestik. Pada air limbah industri atau lumpur air limbah, senyawa ini dapat berada dalam jumlah yang cukup berarti (*significant*) (Hendrasarie, N., 2022).

f. Warna

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetis dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urine, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena klor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warna pun dapat berasal dari buangan industry.

2.2 Sumber-Sumber Limbah Industri

Sumber pencemaran dapat berasal dari sumber yang tertentu/institusi (*point sources*) dan sumber yang tidak tertentu/non institusi (*non-point sources*). Sumber pencemaran *point sources* dapat berupa air limbah yang berasal dari kegiatan industri yang mempunyai instalasi pengolahan air limbah (IPAL) atau dapat pula berasal dari air limbah rumah tangga yang terkoneksi dengan sistem saluran pembuangan air kotor dan pengolahan terpusat (*sewerage and centralized system*). Air limbah dari kegiatan pertanian, kegiatan rumah tangga yang membuang air limbahnya langsung ke sungai dan kegiatan penambangan dikategorikan sebagai sumber *pencemaran non-point sources*. Limbah dari sumber *pencemaran non-point sources* memasuki sungai dan badan air lain melalui tanah, air tanah, atau bahkan melalui atmosfer berupa hujan. Tanah dan air tanah mengandung sisa aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida. Sedangkan pencemaran dari atmosfer berasal dari aktivitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam (Hendrasarie, N., 2022).

2.3 Standar Kualitas Air Bersih

Standar kualitas air bersih di Indonesia diatur pada Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dimana air yang tersalur harus memiliki mutu baik, bersih atau jernih dan dapat dinilai dari penglihatan bahwa air seharusnya bersih tanpa berbau, berwarna dan keruh dan layak untuk didistribusikan kepada pelanggan. Kualitas mutu air bersih dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.4 Bangunan Pengolahan Air Bersih

2.4.1 Bak Penampung

Bak penampung merupakan unit yang digunakan untuk menampung air dari hasil proses pengolahan air buangan yang selanjutnya akan diolah menjadi air minum. Bak penampung sendiri merupakan bangunan yang memiliki fungsi untuk menampung serta menyeragamkan variasi laju aliran setiap jam dan beberapa parameter terkait untuk mencapai suatu karakteristik dan laju aliran air limbah yang konstan dan dapat diterapkan dalam sejumlah situasi yang berbeda sesuai dengan unit pengolahan yang digunakan berikutnya. Waktu detensi di bak penampung memiliki maksimum yaitu selama 30 menit, hal tersebut dilakukan untuk mencegah terjadinya pengendapan dan dekomposisi air limbah. Tinggi muka air saat kondisi puncak harus berada di bawah aliran masuk (inlet) atau saluran pembawa agar tidak terjadi aliran balik. Setelah keluar dari bak penampung, debit air buangan yang berfluktuasi setiap jamnya akan menjadi debit rata-rata (Metcalf & Eddy et al., 2007).

Beberapa manfaat utama dari penggunaan unit bak penampung yaitu:

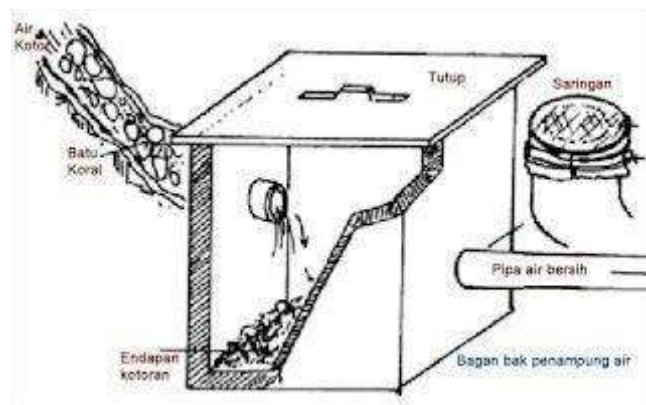
- a. Pengolahan biologis dapat dioptimalkan karena *shock loading rate* mampu dikurangi/dicegah, zat penghambat dapat diencerkan
- b. Kualitas *effluent* dan kinerja tangki sedimentasi sekunder setelah pengolahan biologis air limbah mampu dioptimalkan melalui peningkatan konsistensi dalam pemuatan padatan;
- c. Kebutuhan luas permukaan dalam unit filtrasi dapat dikurangi, kinerja filter ditingkatkan, dan siklus *backwash* pada filter yang

lebih seragam dimungkinkan dilakukan dengan muatan hidrolis yang lebih rendah (efisiensi penggunaan);

- d. Dalam pengolahan kimia, mampu mengurangi penggunaan bahan kimia akibat ketidakstabilan parameter yang fluktuatif setiap jamnya.

Selain manfaat, unit bak penampung juga memiliki kekurangan diantaranya:

- a. Memerlukan area/lokasi yang cukup luas
- b. Mampu menimbulkan bau akibat waktu detensi limbah awal
- c. Memerlukan operasi dan biaya tambahan sehingga biaya meningkat



Gambar 2. 1 Unit Bak Penampung

(Sumber: soponyonopati.blogspot.com)

Terdapat beberapa komponen utama dan pendukung yang harus diperhatikan dalam melakukan perencanaan bak penampung, antara lain (Dirjen Cipta Karya Kementerian PUPR, 2018):

- a. Rumah pompa, digunakan untuk mengatur debit air limbah yang akan masuk pada unit pengolahan selanjutnya, sehingga diperoleh debitharian rata-rata.
- b. Mixer/aerator, komponen ini berfungsi untuk menyeragamkan air limbah domestik, khususnya terkait dengan kualitas dan parameter seperti pH, endapan diskrit, dan parameter lain yang tidak sesuai untuk unit pengolahan selanjutnya, penggunaan mixer/aerator dapat menjadi opsi dalam perencanaan unit bak penampung dalam pengolahan air.

Adapun kriteria desain dan perencanaan yang harus dipenuhi untuk

perencanaan unit bak penampung transisi antara lain sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Kriteria Perencanaan Bak Penampung

Parameter	pNilai	Satuan	Sumber
Kedalaman air minimal (<i>hmin</i>)	1,5 – 2	meter	(Metcalf & Eddy et al., 2007)
Laju pemompaan udara (<i>Quadara</i>)	0,01 – 0,015	m ³ /m ³ - menit	
Kemiringan dasar tangki (<i>slope</i>)	40 – 100	Mm/m diameter	(Qasim & Zhu, 2017)
Waktu Tinggal	1 – 2	Jam	(Metcalf & Eddy et al., 2007)
Ambang batas / <i>freeboard</i> (<i>hfb</i>)	5 – 30	%	

(Sumber: Dirjen Cipta Karya, 2018, Halaman 32)

Adapun rumus perhitungan yang digunakan dalam menghitung bak penampung transisi antara lain:

- Waktu Tinggal (*td*)

$$td = V \times Q$$

Keterangan:

V = volume bak penampung (m³)

Q = debit air yang dipompa

td = waktu tinggal (m³/detik)

- Kecepatan Aliran (*v*)

$$v = A \times H$$

Keterangan:

A = luas permukaan (m²)

H = kedalaman air (m)

v = kecepatan aliran (m³)

- Dimensi Bak Penampung

$$V = P \times L \times H$$

Keterangan:

P = panjang bak (m)

L = lebar bak (m)

H = ketinggian bak (m)

V = volume bak (m³)

- Kedalaman Total (H_{total})

$$H_{total} = H + (fb \times H) + H \text{ ruang lumpur}$$

Keterangan:

H = ketinggian bak (m)

fb = *freeboard*

- Jari-jari Hidraulis

$$R = \frac{w \times H}{w \times 2H}$$

Keterangan:

W = lebar bak (m)

H = tinggi bak (m)

R = jari-jari (m)

- Pipa *Inlet*

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

Keterangan:

d = diameter pipa (m)

- Kecepatan Aliran Pipa Inlet

$$v = \frac{Q}{A}$$

Keterangan:

A = luas bak (m²)

Q = debit air

- Pipa *Outlet*

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

Keterangan:

d = diameter pipa (m)

- Kecepatan Aliran Pipa Inlet

$$v = \frac{Q}{A}$$

Keterangan:

A = luas bak (m²)

Q = debit air

- *Headloss*
 - *Headloss* Mayor

$$Hf \text{ mayor} = \frac{10,7 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \times L$$

- *Headloss* Minor

$$Hf \text{ minor} = k1 \cdot \frac{v^2}{2g} + (n \times k2 \cdot \frac{v^2}{2g})$$

- *Headloss* Total

$$Ha = Hf \text{ mayor} + Hf \text{ minor}$$

Sedangkan untuk mengalirkan air buangan ke unit pengolahan selanjutnya diperlukan pompa sehingga debit yang masuk akan menjadi teratur dan mengurangi adanya *shock loading rate*. Adapun karakteristik pompa yang digunakan diantaranya:

Tabel 2. 2 Karakteristik Pompa Bangunan Pengolahan Air

Klasifikasi Utama	Tipe Pompa	Kegunaan Pompa
Kinetik	<i>Centrifugal</i>	• Air limbah sebelum diolah • Penggunaan lumpur kedua • Pembuangan <i>effluent</i>
	<i>Peripheral</i>	Limbah logam, pasir, air limbah kasar

	Rotor	Minyak, pembuangan gas, zat-zat kimia, aliran lambat untuk air dan air minum
Posite Displacement	Screw	• Pasir, lumpur pengolahan pertama dan kedua • Air limbah pertama • Lumpur Kasar
	Diafragma Penghisap	• Permasalahan zat kimia limbah logam • Pengolahan lumpur pertama dan kedua (permasalahan kimia)
	Air Lift	Pasir, sirkulasi dan pembuangan lumpur sedimentasi kedua
	Pneumatic Ejector	Instalasi pengolahan air minum dengan skala kecil

(Sumber: Qasim, Syed R. Zhu Guang, *Wastewater Treatment Objective, Design Consideration, and Treatment Processes*, Halaman 6-43)

2.4.2 Bak 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). Sumber lain menjelaskan bahwa aerasi adalah suatu proses atau usaha dalam menambahkan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air, 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 antara lain:

- a. Penambahan jumlah oksigen.
- b. Penurunan jumlah *carbon dioxide* (CO_2).
- c. Menghilangkan *hydrogen sulfide* (H_2S), metan (CH_4) dan berbagai 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 (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. Oksigen yang berada di udara, melalui proses aerasi ini akan selanjutnya akan bereaksi dengan senyawa ferus dan manganous terlarut merubah menjadi ferri (Fe) dan *manganic oxide hydrate* yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan (sedimentasi) atau penyaringan (filtrasi). Perlu dicatat bahwa oksidasi terhadap senyawa besi dan mangan di dalam air yang kecil (*waterfall aerators/aerator air terjun*) atau dengan mencampur air dengan gelembung gelembung udara (*bubble aerator*). Dengan kedua cara tersebut jumlah *oxygen* pada air bisa dinaikan 60 – 80% (dari jumlah oksigen yang tertinggi, yaitu air yang mengandung oksigen sampai jenuh) pada aerator air terjun (*waterfall aerator*) cukup besar bisa menghilangkan gas-gas yang terdapat dalam air (Qasim, 2000).

Penurunan *carbon dioxide* (CO_2) oleh *waterfall aerators* cukup berarti, tetapi tidak memadai apabila dari yang sangat *corrosive*. Pengolahan

selanjutnya seperti pembubuhan kapur atau dengan saringan marmar atau dolomite yang dibakar masih dibutuhkan. Aerator Gelembung Udara (*Bubble Aerator*) jumlah udara yang diperlukan untuk aerasi *bubble* (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari $0,3 - 0,5 \text{ m}^3 \text{ udara/m}^3 \text{ air}$ dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan di aerasi (Qasim, 2000).

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. Jenis aerator terdiri atas 4-8 *tray* dengan dasarnya penuh lobanglobang 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 $0,02 \text{ m /detik per m}^2 \text{ permukaan tray}$. 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 berlobang-lobang, pipa plastik yang berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.



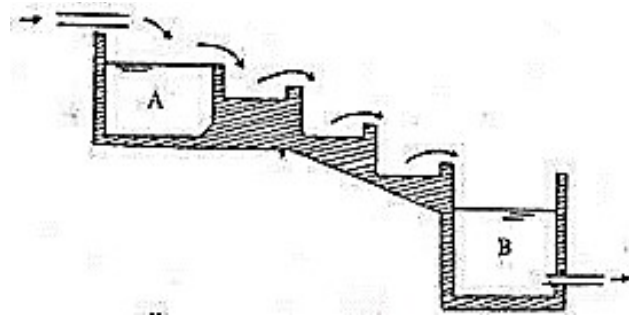
Gambar 2. 2 Waterfall aerator (aerator air terjun)

(Sumber: discount-pumps.biz.com)

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 $0,01 \text{ m}^3/\text{det}$ permeter persegi. Untuk menghilangkan gerak putaran (*turbulence*) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering di tepi peralatan pada setiap step.

Dibanding dengan *tray aerators*, ruang yang diperlukan bagi *cascade aerators* agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain adalah tidak diperlukan pemeliharaan.



Gambar 2. 3 Cascade Aerator

(Sumber: *researchgate.net*)

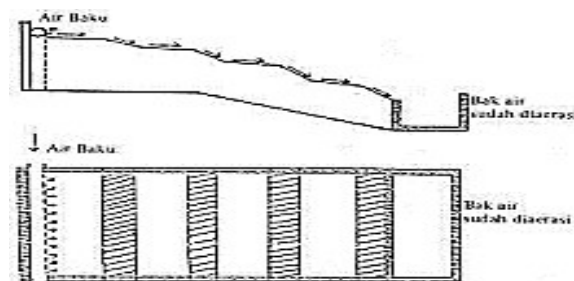
Keterangan:

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 0,5 m³/det per meter luas.

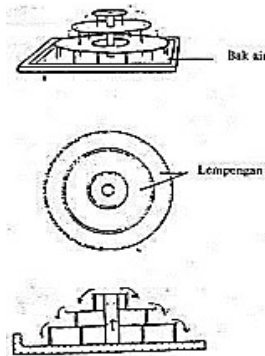


Gambar 2. 4 Aerasi Tangga Aerator

(Sumber: *researchgate.net*)

d. *Multiple Platform Aerator*

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

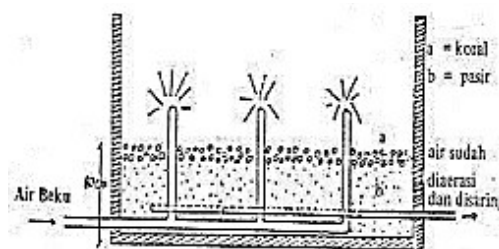


Gambar 2. 5 Multiple Platform Aerator

(Sumber: *researchgate.net*)

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.

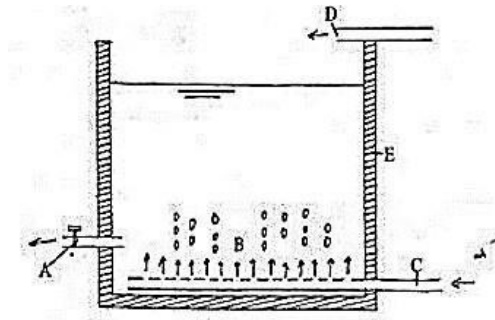


Gambar 2. 6 Spray Aerator

(Sumber: *researchgate.net*)

f. Aerator Gelembung Udara (*Bubble aerator*)

Jumlah udara yang diperlukan untuk aerasi *bubble* (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari $0,3 - 0,5 \text{ m}^3 \text{ udara/m}^3 \text{ air}$ dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.



Gambar 2. 7 Bubble Aerator

(Sumber: *researchgate.net*)

Keterangan:

A = *Outlet*

B = Gelembung udara

C = Pipa berlubang buat udara D = *Inlet* air baku

E = Bak air

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

Tabel 2. 3 Desain dan Karakteristik Operasional Aerator

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

<i>Tray</i>	> 90% CO ₂	Kecepatan 0,8 - 1,5 m ³ /m ² .menit Kebutuhan udara: 7,5 m ³ /m ² .air Jarak rak (<i>tray</i>): 30-75 cm Luas: 50-160 m ³ /m ² .det
<i>Spray Aerator</i>	70-90% CO ₂ 25 - 40 H ₂ S	Tinggi 1,2 - 9 m Diameter nozzle: 2,5-4 cm jarak nozzle: 0,6-3,6 m Debit nozzle: 5- 10 l/det
<i>Aerator Berdifusi</i>	80% VOCs	Luas Bak: 105-320 m ³ /m ² .det tekanan semprotan: 70 kPa waktu detensi: 10-30 menit Udara: 0,7-1,1 m ³ /m ² air tangka kedalaman: 2,7-4,5 Lebar: 3-9 m Lebar/kedalaman < 2 Volume maksimum: 150 m ³ Diameter lubang diffuser: 2-5 mm
<i>Aerator Mekanik</i>	70-90% CO ₂ 25-40 H ₂ S	waktu detensi: 10-30 menit kedalaman tangki: 2-4 m

(Sumber: Qasim, 2000)

Berikut rumus-rumus yang diperlukan dalam perhitungan aerasi diffuser:

- Debit tiap bak

$$Q = \frac{\text{debit awal}}{\text{jumlah bak}}$$

- Volume bak aerasi

$$V = Q \times t_d$$

Keterangan :

Q = debit air

Td = waktu detensi

- Dimensi bak aerasi

$$A = \frac{\text{volume}}{(\text{tinggi} + \text{freeboard})}$$

Mencari panjang dan lebar bak

$$A = P \times L$$

$$P = 2 \times L$$

Keterangan:

A = luas bak

P = Panjang bak

L = lebar bak

- Luas tiap *Plate Disk*

$$A_{\text{disk}} = A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

Keterangan:

D = diameter pipa

- Jumlah *Plate* yang dibutuhkan

$$N = \frac{\text{kebutuhan udara}}{\text{flow range}}$$

- Jarak antar *Disk/Plate*

- Jarak horizontal antar disk (Sh)

$$Sh = \frac{\text{panjang} - (\text{jumlah disc} \times \text{diameter})}{\text{jumlah lubang} + 1}$$

- Jarak vertical antar disk (Sv)

$$Sv = \frac{\text{lebar} - (\text{jumlah disc} \times \text{diameter})}{\text{jumlah lubang} + 1}$$

- Pipa inlet dan outlet

- Inlet

$$Q = A \times v$$

- Outlet

$$Q = A \times v$$

Keterangan :

Q = debit air

A = luas bak

v = kecepatan aliran pipa

- Perhitungan kebutuhan oksigen (O_2)

$$O_2 = Q \times \% \text{ removal} \times \text{total kebutuhan oksigen}$$

2.4.3 Filtrasi

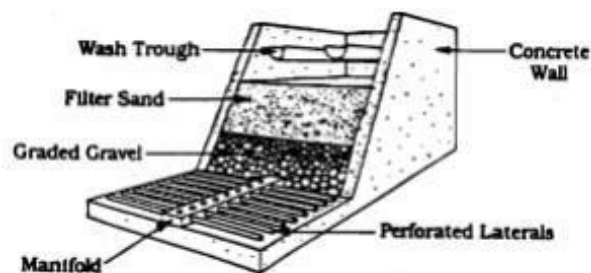
Partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi. Proses filtrasi 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):

- a. Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter.
- b. Proses sedimentasi di dalam filter.
- c. Kontak antara partikel flock dengan lapisan kerikil atau dengan flock yang sudah terkumpul di atas lapisan filter.

- d. Proses adsorpsi atau proses elektrokinetik.
- e. Proses koagulasi di dalam filter.
- f. Proses biologis di dalam filter.
- g. 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 (Reynolds & Richard, 1996).



Gambar 2. 8 Bagian – bagian filter

(Sumber: Reynolds & Richard, 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. 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 berkisar antara 4-5 m³ /m² .hr (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6 m³ /m² .hr). Ukuran pasir efektif 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 *headloss* filter saat itu (Al-Layla, 1978).

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 P10 (persentil 10). P10 yang dapat dihitung dari rasio ukuran rata-rata dan standar deviasinya (Al-Layla, 1978).

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:

Single media pasir: $UC = 1,3 - 1,7$

$$ES = 0,45 - 0,7 \text{ mm}$$

Untuk dual media: $UC = 1,4 - 1,9$

$$ES = 0,5 - 0,7 \text{ mm}$$

Pada perancangan bangunan air minum kali ini, kami menggunakan 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%.

Tabel 2. 4 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: Sistem pencucian	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i>	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i>
	Kecepatan (m/jam)	36 – 50	36 – 50
	Lama pencucian (menit)	10 – 15	10 – 15
	Periode antar dua pencucian (jam)	18 – 24	18 – 24
	Ekspansi (%)	30 – 50	30 – 50
3.	Dasar filter		
	a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah		
	- Kedalaman (mm)	80 – 100	80 – 100
	Ukuran butir (mm)	2 – 5	2 – 5
	- Kedalaman (mm)	80 - 100	80 - 100
	Ukuran butir (mm)	5 - 10	5 - 10
	- Kedalaman (mm)	80 - 100	80 - 100
	Ukuran butir (mm)	10 – 15	10 – 15
	- Kedalaman (mm)	80 - 150	80 - 150
		15 - 30	15 - 30

	Ukuran butir (mm)		
	b. Filter nozel	<0,5	<0,5
	- Lebar <i>slot</i> nozel (mm)		
	- Persentase luas <i>slot nozel</i> terhadap luas filter (%)	>4%	>4%

(Sumber: SNI 6774-2008)

2.4.4 Reservoir

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya Reservoir ini diperlukan pada suatu sistem penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. 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. Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam Reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air. Dalam perancangan kali ini menggunakan Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*) Reservoir menara adalah Reservoir yang seluruh bagian penampungan dari reservoir tersebut terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.



Gambar 2. 9 Reservoar Menara

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

a. Reservoar Tanki Baja

Banyak Reservoar menara dan “*standpipe*” atau Reservoar 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 Reservoar Tangki Baja

b. Reservoar Beton Cor

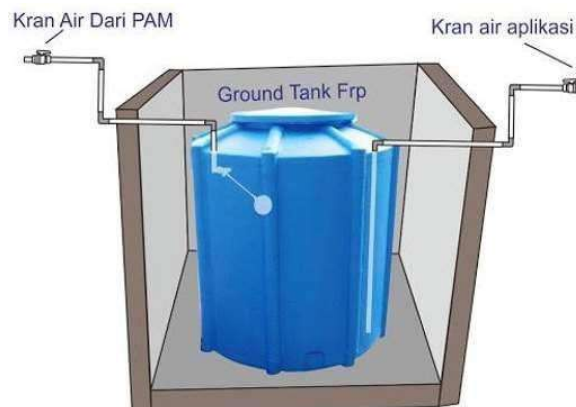
Tanki dan Reservoar beton pertama kali dibuat tanpa penutup. Perkembangan selanjutnya konstruksi ini memakai penutup dari kayu atau beton. Dengan tutup ini maka masalah sanitasi akan terselesaikan. Kelebihan dari menggunakan beton cor adalah kedap air dan tidak mudah bocor. Kelemahan umum dari bahanbeton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



Gambar 2. 11 Reservoir Beton Cor

c. 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

2.5 Persen Removal

Berdasarkan studi literatur yang telah kami kumpulkan, diperoleh rangkuman % penyisihan untuk unit pengolahan serta keseluruhan parameter dalam air limbah karet remah sehingga dapat diolah dalam bangunan pengolahan air minum yang telah direncanakan. Berikut rangkuman % penyisihan air beserta sumber yang tertera.

Tabel 2. 5 Persen Penyisihan Unit Pengolahan Air bersih

No	Unit Pengolahan	Beban Pencemar	% Removal	Sumber
1	Bak Penampung	-	-	-
2	Aerasi	BOD	75%	(Nareswari et al., 2021). Optimization of aeration time on GAS-SBR system to remove organic content in wastewater. <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i> , 1098(5), 052068.
		COD	72%	
		Nitrogen	90,6%	(Wu et al., 2020). Optimization of organics and nitrogen removal in intermittently aerated vertical flow constructed wetlands: Effects of aeration time and aeration rate. <i>International Biodeterioration and Biodegradation</i> , 113, 139–145.
		Fosfat	85,81%	(Dan et al., 2020). Removal of Nutrients From Anaerobically Digested Swine Wastewater Using an Intermittent Cycle Extended Aeration System. <i>Frontiers in Microbiology</i> ,

				11(October), 1–11. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.576438
3	Filtrasi	BOD	20 – 60%	Syed R. Qasim, Wastewater Treatment Plant Design and Operation hal 75
		COD	0 – 50%	
		Warna	78,57%	(Hossain et al., 2020). Integrated Performance of Fenton Process and Filtration (Activated Charcoal and Sand) for Textile Wastewater Treatment. <i>Current Journal of Applied Science and Technology</i> , 39(28), 21–31.
		TSS	60 – 80%	Syed R. Qasim, Wastewater Treatment Plant Design and Operation hal 75

(Sumber: Data Perencanaan, 2024)

2.6 Profil Hidrolis

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

Profil hidrolis adalah faktor yang penting demi terjadinya proses pengaliran air. Profil ini tergantung dari energi tekan atau head tekan (dalam tinggi kolom air) yang tersedia bagi pengaliran titik 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 haid tambahan dari luar, yaitu dengan menggunakan pompa. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat profil hidrolis adalah sebagai berikut:

1. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan

Untuk membuat profil hdrolis 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 saluran terbuka
- b. Kehilangan tekanan pada bak
- c. Kehilangan tekanan pada pintu
- d. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang dan sebagainya harus di hitung secara khusus.

2. Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris

Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris yang berhubungan dengan bangunan pengolahan adalah sebagai berikut:

- a. Kehilangan tekanan pada perpipaan

Cara yang mudah dengan monogram “Hazen William” Q atau V diketahui maka S didapat dari monogram.

- b. Kehilangan tekanan pada aksesoris

Cara yang mudah adalah dengan mengekivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, di sini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus S .

- c. Kehilangan tekanan pada pompa

Bisa dihitung dengan rumus, grafik karakteristik pompa serta dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya.

d. Kehilangan tekanan pada flok

Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok. Cara perhitungannya juga dengan bantuan monogram.

3. Tinggi Muka Air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan, sehingga dapat mempengaruhi pada proses pengolahan. 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:

- a. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir.
- b. Menambahkan kehilangan tekanan antara clear well dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air pada clear well.
- c. Didapat tinggi muka air bangunan sebelum clear well demikian seterusnya sampai bangunan yang pertama sesudah intake.

Jika tinggi muka air bangunan sesudah intake ini lebih tinggi dari tinggi muka air sumber, maka diperlukan pompa di intake untuk menaikkan air.