

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengertian Air Limbah

Air Limbah adalah cairan yang berasal dari rumah tangga ataupun tempat- tempat umum yang biasanya mengandung bahan atau zat- zat yang dapat membahayakan hidup manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan. Sumber serta macam air limbah dapat dipengaruhi oleh tingkat hidup masyarakat, semakin tinggi tingkat ekonomi masyarakat semakin beragam pula limbah yang dihasilkan (Almufid, 2020).

Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga (PALRT), yaitu air limbah yang sebelum dibuang ke pembuangan akhir atau badan air harus menjalani pengolahan terlebih dahulu yang bertujuan untuk menghindari adanya genangan yang memiliki potensi menimbulkan penyakit berbasis lingkungan, saluran pembuangan air limbah (SPAL) yang diterapkan harus memenuhi syarat seperti, tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber air minum, tidak menyebabkan pencemaran air permukaan, tidak dihindangi oleh vektor yang membawa sumber penyakit (Kesehatan, 2014).

Limbah cair domestik adalah air yang telah digunakan dan berasal dari rumah tangga maupun permukiman, yang termasuk di dalamnya yaitu berasal

dari kamar mandi, WC, tempat memasak serta tempat mencuci. Untuk baku mutu air limbah memiliki parameter seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), Derajat Keasaman (pH) (Kholif, 2020).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 4 Tahun 2017, IPAL Domestik adalah serangkaian kegiatan pengolahan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengolahan yang dilakukan secara terpusat. Dengan sistemnya mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke sub sistem pengolahan secara terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air perencanaan.

Pengolahan air limbah merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan oleh para penghasil limbah, semakin berkembangnya suatu negara maka akan semakin banyak limbah yang akan dihasilkan. Pengolahan air limbah wajib dilakukan sebelum dibuang ke badan air, karena limbah yang dihasilkan banyak mengandung bahan yang berbahaya bagi kesehatan. Pengolahan limbah bertujuan untuk memurnikan air limbah, apabila air sudah tercemar dengan zat- zat sisa dari industri pabrik maupun dari kegiatan rumah tangga (Askari, 2015).

2. Karakteristik Limbah Domestik

Karakteristik air limbah domestik (*grey* dan *black water*) memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Air limbah “*grey water*” yaitu limbah yang berasal dari dapur, air bekas cuci pakaian dan air mandi yang banyak

mengandung unsur minyak dan lemak. Sedangkan “*black water*” adalah air limbah yang berasal dari air sisa kakus manusia yang berbentuk tinja atau cairan lain, air ini lebih banyak mengandung kadar organik dan suspensi yang tinggi. Air limbah domestik umumnya terdiri dari limbah yang sebagian berbentuk larutan dan sebagian lagi merupakan larutan suspensi. Serta air limbah juga mengandung zat organik yang berguna bagi mikroorganisme *saprophytic*, yaitu organism pembusuk (Kholif, 2020).

Sumber Air Limbah adalah air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*domestic waste water*), yaitu air limbah yang berasal dari permukiman penduduk. Secara umum air limbah dikelompokkan sebagai berikut:

- a. *Grey water*, merupakan air bekas cucian kamar mandi. *Grey water* sering juga disebut sebagai istilah *sullage*. Campuran *faeces* dan *urine* disebut sebagai *excreta*, sedangkan campuran *excreta* dengan air bilasan toilet disebut dengan *black water*. Mikroba *pathogen* banyak terdapat pada *excreta*. *Excreta* merupakan cara transport utama bagi penyakit bawaan.
- b. *Black water*, Tinja (*faeces*) berpotensi mengandung mikroba *pathogen* dan air seni (*urine*), umumnya mengandung Nitrogen (N) dan Fosfor serta mikroorganisme (Tendean, Tilaar and Karongkong, 2014).

3. Debit Air Limbah

Debit air limbah adalah jumlah pemakaian air bersih per hari. Kebutuhan air per jiwa per hari menurut SNI 19-6728.1-2002 tentang Penyusunan Neraca Sumber Daya tercantum 150 liter/jiwa/hari. Volume air

limbah yang dihitung yaitu 80% jumlah penduduk yang menggunakan air bersih, maka hasil tersebut didapatkan jumlah volume air limbah yang dihasilkan per hari. Volume bak adalah kapasitas suatu bak untuk menampung air yang berbentuk beraturan maupun tidak beraturan (Iskandar *et al.*, 2016).

4. Dampak Limbah Domestik

Limbah domestik berupa limbah rumah tangga dan kotoran manusia yang terbuang ke perairan apabila melebihi kemampuan asimilasi perairan sungai dan terbawa ke dalam laut dapat menyebabkan pencemaran perairan serta menimbulkan penyuburan yang berlebihan (*eutrofikasi*). Gejala ini dapat menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut akibat meledaknya populasi organisme tertentu sehingga dapat menimbulkan kematian pada beberapa organisme yang ada di perairan (Dinata, 2018).

Air limbah dapat menimbulkan akibat yang dapat merugikan bagi lingkungan manusia, seperti pencemaran dan penyakit menular. Selain itu pencemaran dan pengaruh bagi kesehatan serta penyakit yang ditimbulkan oleh air limbah yaitu (Almufid, 2020):

a. Dampak bagi Kesehatan

1. Pencemaran Mikroorganisme Dalam Air

Penyakit yang disebabkan oleh kuman pada makhluk hidup seperti bakteri, virus, parasit, protozoa yang mencemari air merupakan

penyebab utama terjadi dari infeksi sebuah penyakit ke tubuh makhluk hidup. Penyakit yang ditimbulkan oleh air limbah seperti:

- a) Cacingan, yang disebabkan oleh cacing *Ascaris* dan *Enterobius* dan banyak terdapat pada lumpur serta air pengolahan.
 - b) Typhus, yang disebabkan oleh *Salmonella Thyposa* a dan b. yang menular melalui air serta makanan yang tercemar oleh kotoran manusia.
 - c) Kholera, yang disebabkan oleh air bersih yang tercemar oleh kotoran manusia yang mengandung *vibrio cholera*.
 - d) Disentri, penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Salmonela* dan *Shigella*. Yang terdapat pada air bersih yang tercemar melalui makanan, lalat dan tanah (Almufid, 2020).
- b. Dampak bagi Lingkungan
- 1) Pencemaran tanah pada permukiman yang air limbahnya dibuang langsung ke tanah tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, sehingga tanah akan tercemar oleh bahan/ zat- zat yang ada pada limbah cair.
 - 2) Pencemaran air/ sumber air bersih yang diakibatkan air limbah dibuang sebarangan yang menyebabkan air bersih tercemar oleh zat yang ada di dalam limbah, seperti limbah organik (Almufid, 2020).

5. Instalasi Pengolahan Air Limbah

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal merupakan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat yaitu terhadap bangunan yang digunakan untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara baik, agar lebih aman dibuang ke lingkungan sesuai dengan baku mutu lingkungan (Almufid, 2020).

a. Unit Pengolahan Air Limbah dalam IPAL Komunal

1) Bak Pemisah Pasir

Pada bak ini terjadi proses pemisah pasir yaitu berupa pasir atau lumpur kasar yang dapat diendapkan, sedangkan kotoran yang berupa sampah kain, plastik akan tertahan pada *screen* yang dipasang pada titik inlet untuk memisah pasir (Asmadi, 2012).

2) Bak Equalisasi

Merupakan bak untuk menyamakan volume dan pH air limbah. Selain itu equalisasi juga bertujuan mengurangi ukuran- ukuran partikel sebelum memasuki proses selanjutnya.

3) Bak Pengendap Awal

Merupakan bak yang berfungsi mengendapkan partikel pasir, lumpur serta kotoran organik. Selain itu bak ini berfungsi sebagai pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik bentuk padatan (Asmadi, 2012).

4) Bak Kontaktor Anaerob

Pada bak ini terdiri dari dua ruangan yang berisi media dari bahan plastik dengan tipe sarang tawon dengan aliran dari atas ke bawah serta sebaliknya. Setelah beberapa hari beroperasi akan tumbuh lapisan film mikroorganisme, dan akan diuraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap (Asmadi, 2012).

5) Bak Kontaktor Aerob

Bak ini berisi media dari bahan plastik dengan bentuk seperti sarang tawon, dengan dihembus ke udara sehingga mikroorganisme akan menguraikan zat organik yang ada pada limbah, menempel pada permukaan media. Hal itu dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik (Asmadi, 2012).

6) Bak Pengendap Akhir

Pada bak ini terjadi proses dimana lumpur akan diendapkan serta air limbah akan dipompa ke inlet bak aerasi, sedangkan limpasan dialirkan ke bak klorinasi (Asmadi, 2012).

7) Bak Klorinasi

Air pada bak pengendap akhir yang sudah mengandung bakteri *pathogen* yang memiliki potensi buruk bagi masyarakat, untuk mengatasi hal tersebut air limbah diberi klorin untuk membunuh *pathogen* yang ada pada air limbah. Selanjutnya air limbah dapat dialirkan ke badan air (Asmadi, 2012).

8) Bak Pengolahan Lumpur

Pada bak pengendap lumpur ini merupakan kumpulan dari pengendap awal hingga akhir yang dilakukan pada bak ini yaitu diaduk secara pelan kemudian dipisahkan dengan didiamkan 25 jam. Air yang berada di atas lumpur akan dialirkan ke bak pengendap awal selain itu lumpur akan ditampung untuk diolah di tempat lain (Asmadi, 2012).

b. Persyaratan Khusus Konstruksi IPAL Komunal

- 1) Fungsi unit pengolahan air limbah terpusat untuk pengolahan air limbah yang dibuang dari *Water Closed* (WC), dapur, kamar mandi, dan tempat cuci (Almufid, 2020).
- 2) Material beton bertulang digunakan dengan mutu minimum K.225, diberi lapisan kedap air. Untuk sambungan pengecoran dipasang *water stop*. Disyaratkan untuk membuat gambar detail penulangan, khususnya untuk sambungan dan pertemuan sudut dinding, pelat panjang penyaluran tulangan, serta disyaratkan untuk dilakukan pengetesan kebocoran (Almufid, 2020).

3) Material plastik atau fiber glass digunakan pada unit pengolahan air limbah terpusat dengan sistem paket moduler yang dibuat secara fabrikasi, menggunakan bahan dari plastik/ serat *fiber* perlu dilampirkan dengan proses pengolahan yang dihasilkan, perencanaan pondasi bangunan, jaminan kualitas bahan, konstruksi dan proses pengolahan moduler (Almufid, 2020).

6. Waktu Tinggal

Waktu tinggal merupakan aliran yang masuk atau aliran yang keluar maupun kondisi operasi reaksi di dalam reaktor tidak lagi berubah oleh waktu. Pengertian waktu reaksi tidak lagi sama dengan lamanya operasi berlangsung, tetapi ekuivalen dengan lamanya reaktan yang berada di dalam reaktor. Secara sederhana, waktu tinggal dalam reaktor alir tangki dalam keadaan steady adalah volume tangki terisi cairan dibagi dengan kecepatan aliran umpan yang masuk, dengan rumus sebagai berikut (Pertama, 2019):

$$t = \frac{V}{F} \quad \text{Ket: } V = \text{Volume reaktor}$$

F = Kecepatan pemasukan dalam volume

7. Parameter Limbah Domestik

Air limbah yang akan dibuang ke badan air harus memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, untuk menghindari pencemaran terhadap

lingkungan yang disebabkan oleh kandungan zat berbahaya di dalam air limbah tersebut. Baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan domestik menurut Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Menurut PERDA DIY No. 7 Tahun 2016 yaitu parameter untuk limbah cair domestik berupa pH, BOD, COD, dan TSS.

- a. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan uji yang dilakukan menggunakan kebutuhan oksigen relatif oleh limbah cair, efluen, dan polutan air. Nilai dari BOD mengindikasikan jumlah bahan organik digunakan untuk mengoksidasi bahan anorganik seperti *sulfide* dan besi. BOD juga merupakan indeks jumlah bahan organik yang dapat dimetabolisme oleh mikroorganisme, tidak keseluruhan bahan organik (Hidayat, 2016).
- b. *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan penentuan kadar oksigen yang dibutuhkan untuk oksidasi bahan kimia dalam suatu limbah. Selain itu digunakan dalam mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen (Putri, 2019).
- c. *Power of Hydrogen* (pH) merupakan ukuran yang menyatakan tingkat keasaman atau kebebasan suatu larutan. Nilai dari pH dinyatakan dalam unit pH dari 0-14. Untuk memungkinkan mikroorganisme yang

ada di dalam air hidup dengan baik yaitu mencapai pH pada air limbah yaitu 7 atau netral (Putri, 2019).

- d. Total Suspended Solid (TSS) merupakan padatan yang tersuspensi di dalam air yang berupa bahan- bahan organik dan anorganik yang dapat tertangkap oleh filter yang dianalisis menggunakan peralatan filtrasi. Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produsen (Putri, 2019).

8. Pengertian Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah menurut Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan jumlah unsur dari pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang ke sumber air atau badan air dari sebuah kegiatan seperti rumah tangga. Baku mutu air limbah ditetapkan untuk mencegah terjadinya pencemaran air, mewujudkan kualitas air sesuai kebutuhan. Baku mutu air limbah meliputi parameter, kadar, volume, dan beban pencemar dengan batas maksimum yang sudah ditentukan diperbolehkan dibuang ke lingkungan atau badan air. (Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, 2016)

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Menurut Perda DIY Nomor 7 Tahun 2016

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)	
		IPAL Domestik Komunal	IPAL Tinja Komunal
BOD	75	9	1,5
COD	200	24	4
TDS	2.000	240	40
TSS	75	9	1,5
Minyak dan Lemak Total	10	1,2	0,2
Detergen	5	0,6	0,1
Suhu	$\pm 3^0$ C terhadap suhu udara		
pH	6,0 – 9,0		
Coliform	10.000 MPN/ 100 ml	-	-
Debit limbah Paling Banyak	-	120	20

9. Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal

a. Contact Aeration (CA)

1) Pengertian

Sistem contact aeration adalah sistem pengolahan air limbah yang membutuhkan bantuan udara dalam pengolahannya, biasanya alatnya berupa blower.

2) Kelebihan

- a) Pengoperasiannya mudah
- b) Dapat diaplikasikan untuk volume air limbah yang besar
- c) Mampu menghilangkan nitrogen dan phosphor
- d) Dapat digunakan untuk beban BOD air limbah yang cukup besar dan efisiensi pengolahan tinggi

3) Kekurangan

- a) Lumpur yang dihasilkan relatif banyak sehingga perlu teknik dan manajemen pengolahan lumpur
- b) Luas lahan yang besar
- c) Lahan yang cukup luas dan suplai udara untuk aerasi relatif besar. (Prayitno, 2011)

b. Anaerobic Baffled Reactors (ABR)

1) Pengertian

Sistem Anaerobic Baffled Reactor (ABR) merupakan sistem pengolahan air limbah tersuspensi anaerobik dan memiliki kompartemen- kompartemen yang dibatasi oleh sekat vertikal. Pada umumnya penerapan sistem ABR digunakan untuk beban organik rendah atau pengolahan awal air limbah. Konsentrasi senyawa organik bervariasi sepanjang ABR dikarenakan adanya peningkatan waktu kontak air limbah. ABR terdiri dari sistem pengolahan anaerob dalam bioreaktor penyekat. Serta terdiri dari tangki septik dan sekat tegak yang terpasang dalam kompartemen dan aliran air bergerak secara naik turun dari limbah dipertemukan sisa lumpur yang mengandung mikroorganisme yang berfungsi menguraikan polutan dalam kondisi anaerobik. (Hastuti, 2017)

Anaerobic Baffled Reactors (ABR) terdiri dari pre-sedimentasi tank, dengan satu seri baffled reactor dimana aliran air limbahnya diarahkan dari bawah ke atas (up-flow) dan pengolahannya dengan proses anaerobik terjadi karena, air limbah melakukan kontak dengan lumpur (mikroba) yang berada dalam setiap reaktor. Untuk mendapatkan waktu kontak yang cukup antara air limbah dengan lumpur/ mikroba dalam reaktor, maka kecepatan aliran ke atas (up-flow velocity) dalam setiap reaktor dijaga cukup rendah. Hal ini dilakukan untuk menjaga supaya lumpur tidak hanyut ke hilir (Pertama, 2019).

Ruang pertama proses pengolahan yang terjadi yaitu proses pengendapan serupa dengan yang terjadi pada septictank. Sesudah padatan yang mudah terendap dipisahkan, air limbah akan masuk ke ruangan berikutnya dimana terjadi proses penguraian kandungan organik karena air limbah kontak dengan lumpur mikroba yang berada dalam kondisi tersuspensi dibagian bawah dalam ruangan tersebut. Buffled reactor yang baik mempunyai 4 chamber (ruangan) reaktor dengan jumlah minimal 4 buah (Pertama, 2019).

Kriteria desain Anaerobic Buffled Reactors:

Waktu Tinggal :2- 8 jam

Pengurangan BOD : 65- 90%

Pengurangan COD : 70- 95%

2) Kelebihan ABR:

- a) Efisiensi pengolahan tinggi
- b) Lahan yang dibutuhkan sedikit
- c) Biaya pembangunan kecil
- d) Biaya pengoperasian dan perawatan murah serta mudah
- e) *Grey water* dapat dikelola bersamaan
- f) Pembangunan dan perbaikan dapat menggunakan material lokal
- g) Tidak memerlukan listrik (Ranudi, 2018).

3) Kekurangan ABR:

- a) Penurunan zat *pathogen* rendah
- b) Diperlukan tenaga ahli untuk kualitas plester dengan kualitas tinggi
- c) Memerlukan sumber air yang konstan (Hastuti, 2017).

c. Rotating Biological Contractor (RBC)

1) Pengertian

Rotating Biological Contractor adalah proses pengolahan limbah cair dengan menggunakan metode dimana unit pengolah air limbah berotasi dengan pusat pada sumbu, yang digerakkan oleh *motor drive system* atau tiupan udara (*air drive system*) yang dibenam dalam air limbah dibawah media. Prinsip kerja pada sistem pengolahan ini air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaan media (Prayitno, 2011).

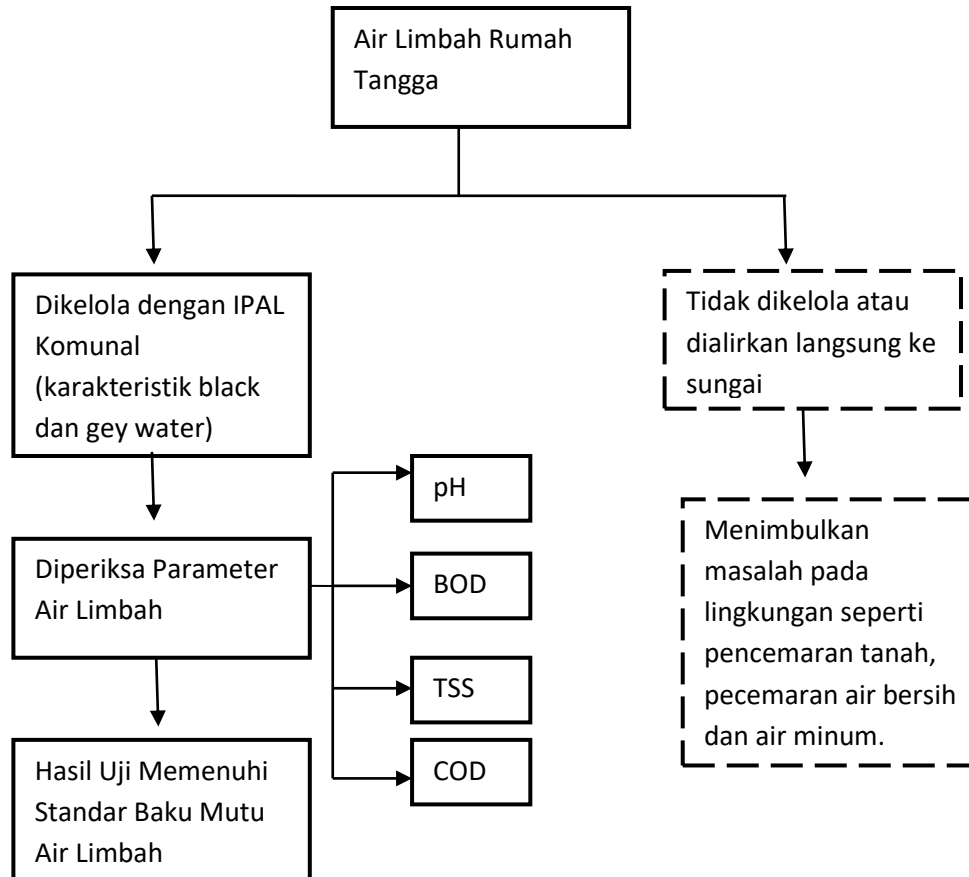
2) Kelebihan RBC:

- a) Kebutuhan lahan kecil
- b) Efisiensi penurunan BOD tinggi sekitar 90- 95%
- c) Kebutuhan pemeliharaan dan energi rendah
- d) Pengeringan lumpur mudah dilakukan


3) Kekurangan RBC:


- a) Bahan tidak siap tersedia di pasir
- b) Biaya investasi peralatan tinggi
- c) Harus dibangun dalam ruangan tertutup untuk mencegah hujan, panas dan angin
- d) *Organic load* terlalu tinggi bisa terjadi penyumbatan (Prayitno, 2011).

B. Kerangka Konsep



Keterangan:

 = diteliti

 = tidak diteliti

C. Pertanyaan Penelitian

1. Apa saja limbah yang masuk ke dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah tersebut?
2. Berapakah jumlah air limbah yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah tersebut?
3. Bagaimana gambaran konstruksi Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal tersebut?
4. Teknik apa yang dilakukan dalam pengolahan IPAL Komunal di Dusun Sanggrahan tersebut?
5. Apakah limbah yang dikeluarkan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah memenuhi Baku Mutu Menurut Peraturan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 dengan parameter BOD, TSS, pH dan COD?