

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Limbah

Air limbah adalah sisa hasil produksi kegiatan komersil yang tergolong dengan buangan spesifik, yakni membutuhkan pengolahan khusus sebelum di buang ke dalam air guna mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup NO : KEP-51/MENLH/10/1995 Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Air limbah yang bersumber dari rumah tangga, menurut Notoatmodjo (2003) dalam Angreni 2009, yaitu buangan yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah terdiri dari *excreta* (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik. Air dikatakan tercemar jika adanya penambahan makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik sengaja maupun tidak, kedalam air baik oleh manusia ataupun proses alam yang menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat yang menyebabkan air tidak sesuai peruntukannya.

Limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (Mahida,1984). Bahan yang sering ditemukan dalam limbah antara lain senyawa

organik yang mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai (*Rekalsitran*), logam berat yang toksik, padatan tersuspensi, nutrien, mikroba patogen, dan parasit (Dirgantoro, 2017).

(Dirgantoro, 2017), berdasarkan wujud limbah yang dihasilkan, limbah terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Limbah Padat

Limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat yang bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan. Limbah padat ini biasanya berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri, dan lain lain.

2. Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah yang memiliki wujud cair. Limbah cair ini selalu dalam air dan selalu berpindah (kecuali ditempatkan pada wadah/bak). Contoh dari air limbah ini adalah air bekas pencucian piring dan pakaian, limbah cair dan industri, dan lain-lain.

3. Limbah Gas

Limbah gas adalah limbah yang berwujud gas. Limbah gas bisa dilihat dalam bentuk asap dan selalu bergerak sehingga penyebarannya luas. Contohnya adalah gas buangan dari kendaraan bermotor, buangan gas dari hasil industri.

Limbah cair merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemaran yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan, perdagangan), sumber industri, dan pada saat tertentu tercampur dengan air tanah, air hujan, (Andiese, 2011).

Permukaan atau air hujan (Soeparman dan Menurut Chandra 2005), limbah air merupakan salah satu jenis sampah. Adapun sampah (waste) adalah zat-zat atau benda-benda yang sudah tidak terpakai lagi, baik yang berasal dari rumah maupun sisa-sisa proses industri. Secara umum limbah cair dapat dibagi menjadi:

- a. *Human excreta* (feses dan urine)
- b. *Sewage* (air limbah)
- c. *Industri waste* (bahan buangan dari sisa proses industri).

Menurut Soeparman dan Suparmin (2002), limbah cair bersumber dari aktivitas manusia (human sources) dan aktivitas alam (natural sources). Beberapa aktivitas manusia yang menghasilkan limbah cair diantaranya adalah dalam bidang rumah tangga, perkantoran, perdagangan, perindustrian, pertanian, dan pelayanan jasa.

Menurut Chandra (2005) air limbah yang tidak menjalani pengolahan yang benar tentunya dapat menimbulkan dampak yang tidak digunakan. Dampak tersebut antara lain:

- 1) Kontaminasi dan pencemaran pada air permukaan dan badan-badan air yang digunakan oleh manusia.
- 2) Mengganggu kehidupan dalam air, mematikan hewan dan tumbuhan air.
- 3) Menimbulkan bau (sebagai hasil dekomposisi zat anaerobik dan zat anorganik).
- 4) Menghasilkan lumpur yang dapat mengakibatkan pendangkalan air sehingga terjadi penyumbatan yang dapat menyebabkan banjir.

B. Air Limbah Domestik

1. Pengertian

Merupakan air limbah hasil buangan dari perumahan, perdagangan, perkantoran, dan sarana sejenisnya. Air limbah kegiatan di perumahan adalah yang paling banyak dihasilkan dari rumah tangga yang memiliki lebih dari satu kamar mandi, mesin cuci, dan peralatan lain yang menggunakan air (Asmadi, 2012).

2. Macam-macam Air Limbah Rumah Tangga

Air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting :

- a. Tinja (*feces*), berpotensi mengandung mikroba patogen. Disebut juga *black water*.
- b. Air seni (*urine*). Umumnya mengandung Nitrogen dan Fosfor.
- c. *Grey water*, merupakan air limbah bekas cucian alat dapur, maupun mesin cuci, dan air buangan kamar mandi.
- d. Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik.

C. Sumber Air Limbah

Air limbah terbentuk dari hasil perbuatan manusia dengan segala aktivitasnya atau dengan adanya kemajuan teknologi industri. Sumber air limbah dapat dikelompokkan menjadi:

1. Air limbah rumah tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. Untuk daerah-daerah tertentu banyaknya air limbah diukur secara langsung. Contoh: air pencucian, air bekas masak, air bekas mandi dan sebagainya.

2. Air limbah industri

Jumlah aliran limbah yang berasal dari limbah industri sangat bervariasi tergantung dari jenis besar-kecilnya industri, pengawasan, pada proses industri, derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada. Contoh: air limbah dari pabrik baja, air limbah pabrik tinta, pabrik karet.

3. Air hujan (*storm water*)

Yaitu limbah cair yang berasal dari aliran air hujan di atas permukaan tanah. Aliran air hujan di permukaan tanah dapat melewati dan membawa partikel-partikel buangan padat atau cair sehingga dapat disebut limbah cair.

Limbah cair bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Selain itu, ada juga bahan baku mengandung air sehingga dalam proses pengolahannya air harus dibuang. Air terikut dalam proses pengolahan kemudian dibuang sisanya ketika dipergunakan untuk pencuci suatu bahan sebelum diproses lanjut. Air ditambah bahan kimia tertentu kemudian diproses dan setelah itu dibuang.

D. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah meliputi :

1. Karakteristik fisik

Air limbah pada umumnya terdiri dari air dan sebagian kecil terdiri dari bahan-bahan padat dan suspensi. Biasanya berwarna suram seperti larutan sabun, sedikit berbau, kadang-kadang mengandung potongan bahan-bahan sisa produksi dan sebagainya. Karakteristik fisik yang lain termasuk bau, suhu dan warna juga harus diperhatikan.

2. Karakteristik kimia

Biasanya air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia anorganik yang berasal dari air bersih serta bermacam-macam zat organik berasal dari penguraian bahan yang digunakan untuk produksi dan lainnya. Beberapa karakteristik yang dapat dilihat dari zat-zat kimia ini antara lain, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, pH (keasaman air), Oksigen terlarut (DO), Amoniak, Nitrit, Nitrogen, Logam Berat seperti, tembaga, cadmium, air raksa, timah, chromium, besi dan nikel, arsen, selenium, cobalt, mangan dan aluminium.

3. Karakteristik biologi

Terkait dengan karakteristik biologi ini, secara umum beberapa mikroorganisme penting dalam air limbah dan air permukaan antara lain bakteri, jamur, protozoa dan algae. Mereka berperan penting dalam proses dekomposisi atau stabilisasi organik.

Setelah mengetahui karakteristik dari air limbah yang dihasilkan oleh perusahaan, perusahaan dapat mulai membuat rencana pengendalian air limbah ini

sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari badan air dan ekosistem di dalamnya. Kesadaran setiap pengusaha dalam mengendalikan air limbah yang dihasilkannya akan membantu melestarikan lingkungan untuk generasi berikutnya. Selain itu, dengan melakukan pengendalian terhadap air limbah, perusahaan juga akan terhindar dari sanksi akibat pencemaran lingkungan hidup karena telah memenuhi persyaratan yang diamanatkan oleh negara melalui peraturan-peraturan terkait pencemaran lingkungan.

E. Cara Pengambilan Contoh Uji Air Limbah

Berdasarkan SNI 8990:2022 Tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Limbah Untuk Pengujian Fisika dan Kimia dilakukan pengambilan contoh uji sesuai dokumen perencanaan pengambilan contoh uji dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Cara pengambilan contoh uji secara umum
 - a. Lakukan pengukuran debit air limbah pada titik pengambilan contoh uji
 - b. Siapkan alat pengambil contoh uji
 - c. Bilas alat pengambil contoh uji dengan air limbah yang akan diambil minimal tiga kali pembilasan dengan air bebas mineral
 - d. Ambil sejumlah volume contoh uji sesuai parameter yang akan diuji dengan teknik pengambilan contoh uji sesaat atau komposit pada titik pengambilan contoh uji
 - e. Masukkan contoh uji ke dalam wadah kemudian ukur suhu dan pH contoh uji
 - f. Lakukan perlakuan pendahuluan contoh uji

- g. Catat identitas pada label setiap wadah yang telah berisi contoh uji, kemudian simpan contoh uji
- h. Catat dan laporkan seluruh rangkaian kegiatan pengambilan contoh uji dalam formulir rekaman data lapangan

2. Cara pengambilan contoh uji untuk pengujian BOD

- a. Lakukan pengukuran debit air limbah pada titik pengambilan contoh uji;
- b. Ambil contoh uji secara hati-hati dengan cara memasukkan wadah contoh uji berkapasitas 1 L ke dalam air limbah hingga penuh atau alirkan air limbah secara hati-hati ke dalam wadah contoh uji;
- c. Apabila langkah b tidak memungkinkan dilakukan, ambil contoh uji menggunakan alat pengambil contoh uji kemudian pindahkan contoh uji ke dalam wadah. Hindari terjadinya turbulensi dan gelembung udara selama pengisian wadah dan pastikan tidak ada gelembung udara yang tertinggal.

3. Pengukuran parameter lapangan

- a. Lakukan pengukuran parameter lapangan yang dapat berubah dengan cepat, segera setelah pengambilan contoh uji, yaitu parameter pH dan suhu
- b. Lakukan pengukuran parameter pH sesuai SNI 6989.11 atau petunjuk penggunaan alat atau metode standar lainnya
- c. Lakukan pengukuran parameter suhu sesuai SNI 6989.23 atau petunjuk penggunaan alat atau menggunakan metode standar lainnya.

F. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Menurut permen LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Tchobanoglous (1991) mengatakan bahwa air limbah merupakan air buangan yang dihasilkan dari pemakaian air untuk berbagai aktivitas manusia. Air limbah merupakan sumber pencemar yang berasal dari berbagai sumber. Air limbah ini terdapat dari tempat tinggal, institusi, perusahaan komersial serta industri. Salah satu jenis air limbah yang murni berasal dari keperluan manusia sehari-hari tanpa aktivitas industri ialah air limbah domestik.

Limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia dan biologi (Metcalf & Eddy, 2003). Karakteristik air limbah ini sangatlah bervariasi, sehingga tergantung pada sumber air limbah tersebut. Adapun faktor waktu serta metoda pengambilan sampel juga berpengaruh pada karakteristik air limbah (Said, 2000).

Menurut Fachrizal (2004) selain merusak lingkungan bagian yang paling berbahaya dari limbah domestik yaitu mikroorganisme patogen yang berada dalam tinja manusia, karena dapat menularkan beragam penyakit apabila masuk ke dalam tubuh manusia. Maka untuk mencegah dan mengatasi masalah pencemaran air di badan air, maka dibuat standar baku mutu air limbah. Baku mutu air limbah merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang

keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Upaya yang dilakukan pemerintah untuk menahan laju beban pencemaran adalah dengan memberlakukan peraturan terbaru baku mutu air limbah domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Berikut merupakan data baku mutu air limbah:

Tabel 2.1
Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum*
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah /100 mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan:

Rumah susun, Penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL permukiman, Ipal perkotaan, Pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga permasyarakatan.

G. Instalasi Pengolahan Air Limbah

1. Pengertian

Menurut Peraturan Menteri pekerjaan umum Nomor 4 Tahun 2017 IPAL Domestik adalah serangkaian 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.

2. Parameter Pemeriksaan Limbah Cair Domestik pada Instalasi

Pengolahan.

a. BOD

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi zat-zat organik pada kondisi standar. BOD5 merupakan parameter yang umumnya digunakan untuk mengukur oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* atau DO) yang menggunakan mikroorganisme untuk mengoksidasi biokimia zat organik dibutuhkan waktu selama 5 hari (Asmadi dan Suharno, 2012). Hasil tes BOD digunakan untuk :

1). Menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk stabilisasi biologi dari zat organik yang ada.

2). Menentukan ukuran fasilitas pengolahan air limbah.

3). Menyesuaikan dengan baku mutu effluen air limbah.

Dalam pengukuran parameter BOD kami menggunakan Acuan SNI 6989.72:2009 dimana prinsip pengujiannya dengan mengukur jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air limbah, effluen atau air yang tercemar yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya. Pengujian dilakukan pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari ± 6 jam. (SNI 6989.72:2009).

b. COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui zat organik dan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik dengan oksidasi secara kimia (Asmadi, 2012). Kadar COD dalam air biasanya lebih tinggi dari kadar BOD, hal tersebut terjadi karena senyawa kimia lebih banyak dapat dioksidasi secara kimia dari oksidasi biologi. Semakin tinggi kadar COD pada air limbah maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran suatu perairan. COD merupakan parameter yang sangat penting, karena digunakan sebagai parameter untuk stream serta mengontrol unit pengolahan air limbah (Siregar, 2016). Limbah perumahan biasanya memiliki nilai rasio COD/BOD5 mendekati 2.

Dalam pengukuran parameter COD kami menggunakan Acuan SNI 6989.73:2019 dimana prinsip pengujiannya dengan mengukur kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dalam air dan air limbah menggunakan kalium dikromat sebagai oksidator dengan refluks tertutup dan diukur secara titrimetri pada kisaran nilai COD 40 mg/l sampai dengan 400 mg/l. (SNI 6989.73:2019).

c. Padatan Total (*Total Solid*)

Merupakan padatan sisa hasil penguapan sampel limbah cair pada suhu 103°C-105°C. Padatan total berupa bahan padat tidak terlarut dan bahan terapung serta senyawa-senyawa terlarut dalam air dan bahan yang tidak lolos saringan filter (Sugiharto,2014).

Dalam pengukuran parameter TSS kami menggunakan Acuan SNI 6989.3:2019 dimana prinsip pengujiannya untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Dalam pengujiannya, penimbangan padatan terlarut total tidak boleh lebih dari 200 mg. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap, dan dekomposisi garam mineral (SNI 6989.3:2019).

d. pH

Merupakan derajat keasaman dimana masih memungkinkannya mikroorganisme di dalam air untuk hidup dengan baik. pH yang baik untuk air limbah yaitu 7 atau netral (Sugiharto, 2014).

Dalam pengukuran parameter pH kami menggunakan Acuan SNI 6989.11:2019 dimana prinsip pengukuran pH berdasarkan aktivitas ion hydrogen secara potensiometri dengan menggunakan pH meter (SNI 6989.11.2019).

e. Temperatur

Suhu air limbah biasanya berkisar 13-24°C (Sugiharto, 2014).

H. Pengolahan Air Limbah

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk menurunkan BOD, partikel terlarut, menghilangkan nutrisi, bahan beracun (Sugiharto, 1987).

Pengolahan limbah biologis (sekunder) bertujuan untuk menghilangkan bahan-bahan organik dan menurunkan BOD, menggunakan bantuan mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan virus, yang ada dalam limbah cair. Apabila berlangsung baik pengolahan tersebut mampu menurunkan kadar BOD antara 90% - 95%. Dalam pengolahan biologis untuk air limbah, fungsi mikroorganisme tidak sebagai spesies yang berdiri sendiri melainkan sebagai campuran dari berbagai jenis mikroorganisme yang membentuk sesuatu yang tetap tergantung pada sifat-sifat kondisi lingkungan mikroorganisme ketika bersaing untuk merebut makanan yang masuk (Sunu, 2001).

Media biofiltrasi sangat menentukan bagi pertumbuhan mikroorganisme pengurai sebagai proses degradasi limbah cair oleh mikroba berlangsung optimal.

Pengolahan anaerobik adalah sistem yang pengolahannya dijalankan disebuah tempat yang kekurangan oksigen dan tidak mempunyai banyak variasi seperti sistem aerobik. Sistem ini efektif untuk pengolahan cairan limbah yang kental, dan sering digunakan sebagai langkah awal untuk mengurangi zat organik yang kemudian diikuti dengan pengolahan aerobik (Sunu,2001).

Proses pengolahan aerobik yaitu proses pengolahan air yang menggunakan organisme yang aktif dimana oksigen tidak ada, dan proses ini mungkin

ditunjukkan oleh bakteri anaerobik, zat organik yang kompleks seperti karbohidrat, lemak dan protein mengalami proses dekomposisi/pembusukan kedalam metan dan karbon dioksida. Proses pengolahan anaerobik dilanjutkan dengan pengolahan aerobik (Sunu, 2001).

Pengolahan air limbah dapat di kelompokkan menjadi 5 yaitu:

1. Pengolahan pendahuluan (*pre treatment*)

Kegiatan pembersihan-pembersih agar mempercepat dan memperlancar proses pengolahan selanjutnya. Kegiatan ini berupa pengambilan benda terapung dan pengambilan benda yang mengendap seperti pasir, antara lain:

a. Saringan (*bar screen*)

Proses penyaringan dibagi dalam saringan dalam saringan kasar dan saringan halus. Saringan halus terbuat dari bahan kawat kasar, plat berlubang, atau bahan lain dengan lebar bukaan 5mm atau kurang. Saringan kasar terdiri dari batangan berpenampang persegi atau bulat yang dipasang berjajar pada penampang aliran.

b. Pencacah (*comminutor*)

Fungsi pencacah yaitu sebagai penyaring dan pemotong secara otomatis padatan yang terkandung agar ukurannya menjadi lebih kecil tanpa penyisihan bahan padat itu dari aliran. Pencacah terdiri dari drum cast iron atau bahan lain yang berlubang-lubang, berotasi pada sumbu vertikal dengan motor penggerak.

c. Bak penangkap pasir (*grit chamber*)

Partikel padat dari limbah cair terdiri dari partikel pasir kasar, partikel kasar padat, yang mengendap dari limbah cair ketika kecepatan aliran menurun. Unit ini berfungsi untuk mencegah keausan peralatan mekanik, penyumbatan pada pipa

atau saluran akibat adanya deposit partikel padat. unit yang biasanya dipakai adalah bak penangkapan partikel padat (*grit chamber*) yang direncanakan untuk menghilangkan partikel-partikel padat, terdiri dari dua yaitu tangki detrius, unit pengukur kecepatan.

d. Penangkap lemak dan minyak (*skimer and grease tra*)

Limbah cair dari dapur besar kemungkinan mengandung banyak lemak yang dapat masuk ke tangki pembusukan bersama-sama dengan effluent dan dapat menyumbat pori-pori media penyaringan pada bidang peresapan. Penangkap lemak itu berupa tangki pengapungan kecil dengan inlet yang masuk ke bawah permukaan cairan, dan outlet yang ujungnya dipasang didekat dasar. Pengoperasian penangkap lemak berdasarkan prinsip bahwa limbah cair yang masuk lebih panas pada cairan yang sudah ada di dalam bak dan didinginkan olehnya. Akibatnya kandungan lemak akan beku dan naik ke permukaan, yang nantinya akan diambil secara berkala.

e. Bak penyetaraan (*equalization basin*)

Equalisasi laju air digunakan untuk menangani variasi laju air dan memperbaiki performance proses-proses selanjutnya. Di samping itu equalisasi bermanfaat untuk mengurangi ukuran dan biaya proses-proses selanjutnya. Pada dasarnya equalisasi dibuat untuk merendam fluktuasi limbah cair sehingga dapat masuk ke IPAL secara konstan.

2. Pengolahan pertama

Kegiatan untuk menghilangkan zat padat yang tercampur melalui pengendapan dan pengapungan. Pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini dan pengendapan yang dihasilkan terjadi karena adanya kondisi yang sangat

tenang. Bahan kimia juga dapat di tambahkan untuk menetralkan keadaan atau meningkatkan pengurangan dari partikel kecil tercampur. Pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengendapkan partikel yang terdapat dalam effluen pengolahan pendahuluan, pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi melalui proses pengendapan, yang terdiri dari bak pengumpulan dan bak sedimentasi.

a. Bak pengumpulan

Bak pengumpulan berfungsi mengumpulkan limbah cair dari saluran, perencanaan kapasitas sumur pengumpulan dapat menampung aliran selama 10-20 menit.

b. Bak sedimentasi

Pada proses ini limbah cair mengalir kedalam bak pengendapan dengan kecepatan aliran air 0,9 cm/detik sehingga padatan akan mengendap di dasar tangki secara gravitasi. Akibatnya air limbah cair akan menjadi lebih jernih dan mempermudah proses penanganan lumpur. Dalam proses sedimentasi hanya partikel-partikel yang lebih berat dari air yang dapat terpisah misalnya kerikil dan pasir, padatan pada tangki pengendapan primer.

3. Pengolahan kedua (*secondary treatment*)

Pengolahan kedua umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kotoran, jenis kotoran dan sebagainya. Reaktor pengolah lumpur aktif dan saringan penjernih biasanya dipergunakan dalam tahap ini. Pada proses

penggunaan lumpur aktif, maka air limbah yang telah lama ditambahkan pada tangki aerasi dengan tujuan memperbanyak jumlah bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan bahan organik berjalan lebih cepat. Terdapat dua hal penting dalam proses biologis ini antara lain proses penambahan oksigen/aerasi dan proses pertumbuhan bakteri.

Pengolahan tahap kedua disebut pengolahan secara biologis karena pada tahap ini memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan limbah cair dalam bentuk bahan organik terlarut menjadi produk yang lebih sederhana dan partikel flokulen yang dapat mengendap, pengolahan kedua terdiri dari bak biofilter anaerob-aerob, aerasi, unit lumpur aktif, dalam kolam stabilisasi.

a. Bak biofilter anaerob-aerob

Seluruh limbah cair yang berasal dari rumah sakit dikumpulkan melalui saluran pipa pengumpulan, selanjutnya dialirkan ke bak pengontrol, dari bak kontrol dialirkan ke bak pengurai anaerob. Bak anaerob dibagi menjadi dua buah ruangan yaitu bak pengendapan atau bak pengurai awal, biofilter anaerob tercelup dengan aliran up low. Air limpasan dari bak pengurai anaerob selanjutnya di alirkan ke unit pengolahan lanjut. Unit pengolahan lanjut berisi media dari bahan PVC bentuk sarang tawon untuk pembiakan mikroorganisme yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam limbah cair.

b. Bak aerasi

Aerasi bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan polutan dengan menggunakan mikroorganisme. Fondasi harus dihancurkan untuk mencegah adanya *settlement* dan flotasi pada saat bak kosong atau penuh.

4. Pembunuhan bakteri (*desinfection*)

Pembunuhan bakteri bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada di dalam air limbah. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri.

5. Pengolahan lanjutan (*ultimate disposal*)

Dari setiap tahap pengolahan air limbah, maka hasilnya adalah berupa lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Jumlah dan sifat lumpur sangat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain: jenis air limbah, tipe pengolahan air limbah dan metode pelaksanaan. Pengolahan lumpur yang masih sedikit mengandung bahan nitrogen dan mempermudah proses pengangkutan, maka diperlukan beberapa tahap meliputi proses pemekatan, proses penstabilan, proses pengaturan, proses penggunaan air, proses pengeringan dan proses pembuangan.

I. Dampak Air Limbah

Menurut Said, NI, 1999, ditinjau dari segi kesehatan, secara umum bahaya atau resiko kesehatan yang berhubungan dengan pencemaran air dapat diklarifikasikan menjadi dua, yakni bahaya langsung dan bahaya tidak langsung. Bahaya langsung terhadap kesehatan masyarakat dapat terjadi akibat mengkonsumsi air yang tercemar atau air dengan kualitas yang buruk, baik secara langsung diminum melalui makanan, bahkan melalui kegiatan sehari-hari, misalnya pencucian peralatan makanan, mandi atau rekreasi. Sedangkan bahaya tidak langsung dapat terjadi misalnya akibat mengkonsumsi hasil perikanan dimana produk-produk tersebut dapat mengakumulasi zat-zat polutan berbahaya.

Disamping itu, resiko kesehatan dapat diakibatkan oleh polutan senyawa kimia yang tidak menimbulkan gejala akut, akan tetapi dapat berpengaruh terhadap kesehatan karena adanya pemajanan yang terus menerus pada dosis yang rendah.

Adapun dampak yang ditimbulkan dari air limbah apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke badan air yaitu sebagai berikut.

1. Terhadap kesehatan

Air limbah sangat berbahaya bagi manusia karena terdapat banyak bakteri patogen dan dapat menjadi media penular penyakit. Selain itu air limbah juga dapat mengandung bahan beracun, penyebab iritasi, bau, suhu yang tinggi serta bahan yang mudah terbakar.

2. Gangguan terhadap kehidupan biotik

Banyaknya zat yang terkandung didalam air limbah menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam air menurun sehingga kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu. Temperatur limbah yang tinggi juga dapat menyebabkan kematian organisme air. Kematian bakteri akan menyebabkan penjernihan air limbah menjadi terhambat dan sukar diuraikan.

3. Gangguan terhadap keindahan

Pembuangan air limbah berupa bahan organik dalam jumlah besar akan menimbulkan bau dan terjadinya penumpukan ampas yang akan memerlukan banyak tempat sehingga merusak pemandangan sekitar.

4. Gangguan terhadap kerusakan benda

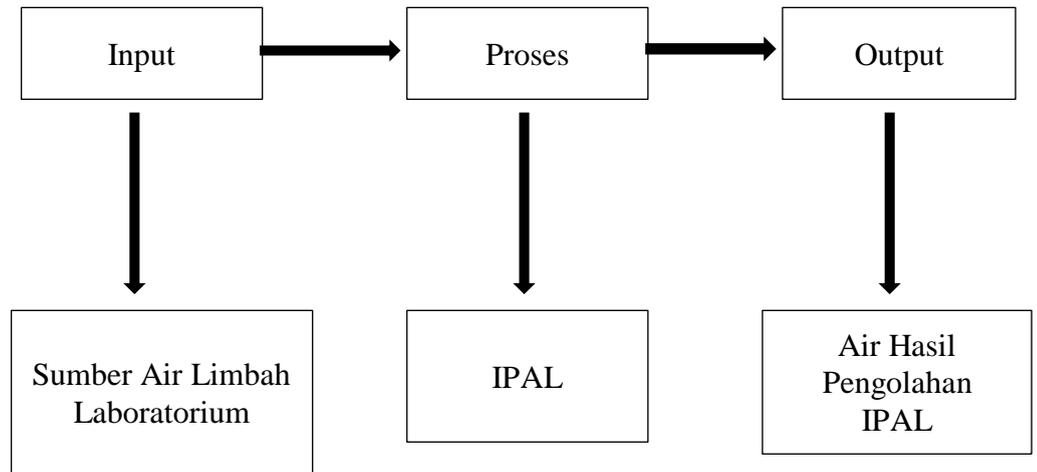
Apabila air limbah memiliki kadar pH yang bersifat asam atau basa, akan mengakibatkan rusaknya benda-benda yang dilalui limbah tersebut. Lemak pada air limbah akan menyebabkan akan terjadinya penyumbatan dan akan

membocorkan saluran air limbah. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan materil karena biaya perawatan yang semakin besar (Sugiharto, 1987).

Sedangkan dampak limbah terhadap manusia menurut Mukono (2001), diantaranya adalah yang disebabkan oleh mikrobiologi dalam air. Contoh penyakit yang ditimbulkan antara lain:

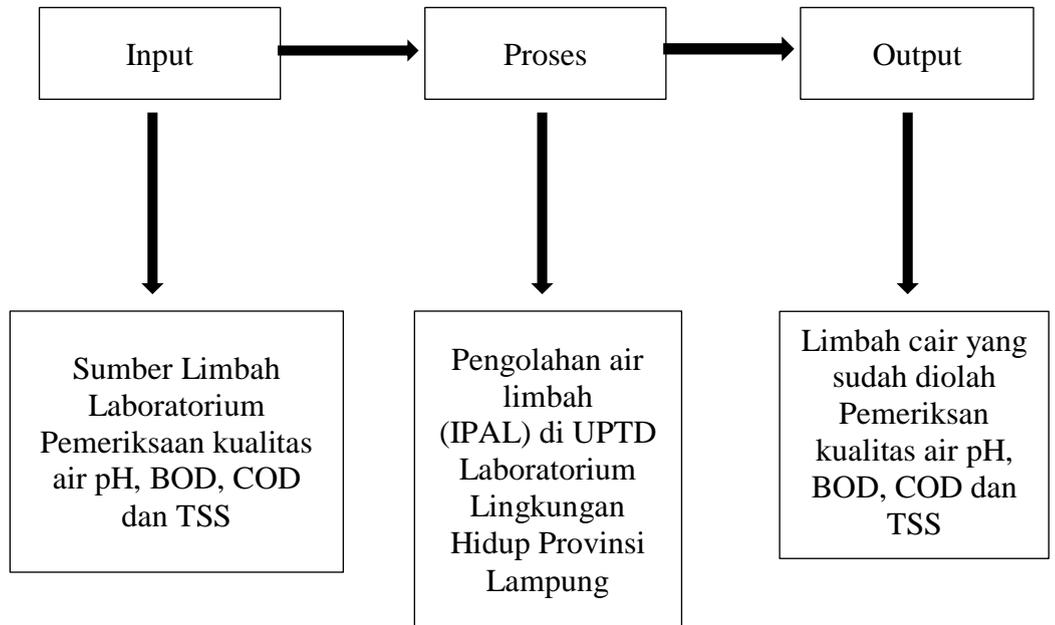
- a. Tifoid, disebabkan oleh kuman *Salmonella thyposa*
- b. Kolera, disebabkan oleh bakteri *vibrio kolera*
- c. Leptospirosis, disebabkan oleh bakteri *spirochaeta*
- d. Giardiasis, dapat menimbulkan diare disebabkan oleh sejenis *protozoa*
- e. Disentri, disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*

J. Kerangka Teori



Gambar 2.1
Kerangka Teori

K. Kerangka Konsep



Gambar 2.2
Kerangka Konsep

L. DEFINISI OPERASIONAL

NO	VARIABEL	PENGERTIAN	CARA UKUR	ALAT UKUR	HASIL UKUR	SKALA UKUR
1.	Inlet	Adalah proses masuknya air limbah dari berbagai sumber (tempat cuci alat gelas yang dipergunakan dalam analisa contoh uji dan pencucian peralatan yang digunakan selama analisa) ke dalam suatu bak penampungan IPAL	Pengambilan Sampel	Alat-Alat Laboratorium contohnya Erlenmeyer, Buret, Labu ukur, Beaker glass Pipet dan lain-lain	1. pH 2. COD 3. BOD 4. TSS	Ordinal
2.	BOD	Jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dengan air	Metode Modifikasi Azida	1. Buret 2. Statif 3. Erlenmeyer 4. Botol Winkler dan lain-lain	Mg/L	Interval
3.	COD	Ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara ilmiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air	Metode Refluks tertutup	1. Vessel 2. COD Reaktor 3. Pipet Tetes 4. Spektrofotometer dan lain-lain	Mg/L	Interval
4.	TSS	Zat-Zat padat yang tersuspensi di dalam air berupa bahan bahan organik dan anorganik	Metode Gravimetri	1. Necara Analitik 2. Cawan 3. Oven dan lain lain	Mg/L	Interval
5.	pH	Derajat keasaman pada air yang diukur dengan pH meter serta salah satu bagian yang terpenting dalam proses analisis	Pemeriksaan	PH Meter	Asam 0-6 Netral 7 Basa 8-14	Ordinal