

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Air Limbah

##### 1. Umum

Air Limbah (*waste water*) adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 2008). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga maupun industri.

##### 2. Sifat-Sifat Air Limbah

Dalam air buangan ditemukan senyawa yang dapat diidentifikasi melalui visual maupun laboratorium. Berdasarkan persenyawaan yang ditemukan dalam air buangan maka sifat air limbah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu fisika, kimia dan biologi.

##### a. Sifat Fisik

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat (Sugiharto, 1987). Adapun beberapa sifat fisik air limbah adalah sebagai berikut :

##### 1) Padatan total (*Total Solid*)

Padatan total adalah padatan yang tersisa dari penguapan sampel limbah cair pada temperatur 103-105°C.

##### 2) Bau

Limbah cair berpotensi mengandung senyawa berbau ataupun senyawa yang potensial menghasilkan bau selama proses pengolahan limbah cair.

3) Temperatur

Temperatur pada air dapat menentukan besarnya spesies biologi dan tingkat aktivitasnya.

4) Kepadatan

Kepadatan limbah cair merupakan karakteristik yang penting pada limbah cair karena dapat memberi informasi tingkat kepadatan air limbah dalam bak sedimentasi maupun unit lain dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (Tchobanoglous dalam Asmadi, 2012).

5) Warna

Karakteristik yang sangat mencolok pada air limbah adalah berwarna karena disebabkan oleh adanya alga dan zat-zat organik yang terkandung didalamnya.

6) Kekeruhan

Kekeruhan pada dasarnya disebabkan oleh adanya koloid, zat organik, jasad renik, lumpur, dan benda terapung yang tidak mengendap dengan segera (Mahida dalam Asmadi, 2012).

b. Sifat Kimia

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Selain itu, akan berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun. Sifat kimia air limbah terdiri dari :

1) Zat Organik

Parameter limbah cair yang tergolong dalam zat organik antara lain sebagai berikut (Sugiharto, 1987) :

a) Protein

Protein merupakan senyawa kimia yang kompleks dan tidak stabil, sebagian protein larut dalam air dan sebagian lagi tidak.

b) Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak biasanya terdapat dalam air limbah. Minyak dan lemak tidak dapat diuraikan oleh mikroba.

c) Karbohidrat

Beberapa karbohidrat seperti gula larut dalam air sedangkan pati tidak larut dalam air dan meskipun stabil dapat diubah dalam bentuk gula oleh aktivitas mikroba (Tchobanoglous dalam Asmadi, 2012)

d) Pestisida

Pestisida termasuk diantaranya insektisida dan herbisida telah banyak digunakan pada saat ini baik pada perkotaan maupun pertanian. Penggunaan yang salah dapat menyebabkan kontaminasi pada aliran air. Banyak dari pestisida ini bersifat toksik dan akan terakumulasi sehingga menyebabkan permasalahan tingkat rantai makanan yang tertinggi.

e) Deterjen atau Surfaktan

Deterjen adalah golongan dari molekul organik yang dipergunakan sebagai pengganti sabun untuk pembersih supaya mendapatkan hasil yang lebih baik. Dalam air zat ini menimbulkan buih dan selama proses aerasi buih tersebut berada di atas permukaan gelembung udara sifatnya relatif tetap (Sugiharto dalam Asmadi, 2012). Surfaktan menyebabkan timbulnya busa (foam) yang stabil dan biasanya terdapat dalam deterjen sintetik (Tchobanoglous dalam Asmadi, 2012). Kandungan zat organik di dalam limbah cair harus ditentukan baik secara kualitas maupun kuantitas. Pengukuran kandungan zat organik dapat dilakukan dalam bentuk pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD).

2) Zat anorganik

Parameter limbah cair yang tergolong dalam zat anorganik antara lain sebagai berikut (Sugiharto, 1987) :

a) pH

Kadar pH yang baik adalah kadar pH dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan baik. pH yang baik untuk limbah adalah netral (Ph 7).

b) Alkalinitas

Alkalinitas atau kebebasan air limbah disebabkan oleh adanya hidroksida, karbonat dan bikarbonat seperti kalsium, magnesium. Dan natrium atau kalium.

c) Logam

Logam seperti Nikel (Ni), Mg, Fe meskipun dalam konsentrasi yang rendah dibutuhkan oleh mikroorganisme tetapi dengan kadar yang berlebih dapat membahayakan kehidupan mikroorganisme. Adanya polutan-polutan berupa logam berat Pb, Cd, Hg dan logam lainnya dalam konsentrasi yang melebihi ambang batas dalam air dapat membahayakan bagi makhluk hidup.

d) Gas

Gas yang sering muncul dalam air limbah yang tidak diolah antara lain : Nitrogen, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> dan CH<sub>4</sub>. Gas-gas ini berasal dari dekomposisi zat organik dalam air limbah (Tchobanoglous, 1991 dalam Asmadi, 2012).

c. Sifat Biologi

Parameter limbah cair yang tergolong dalam zat anorganik antara lain sebagai berikut (Sugiharto, 1987) :

1) Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel tunggal dan biasanya tidak berwarna. Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang dapat

Jamur dapat memecah materi organik, tidak melakukan fotosintesis, tumbuh pada daerah lembab dengan pH rendah (Sugiharto dalam Asmadi, 2012).

### 3) Alga

Alga dapat memberikan gangguan pada air, seperti timbulnya bau dan rasa yang tidak di inginkan.

## 3. Parameter Air Limbah

Parameter-parameter yang diuji di laboratorium untuk air limbah adalah sebagai berikut :

### a. BOD

*Biological Oxygen Demand* (BOD) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah menjadi jernih kembali. Parameter yang paling umum digunakan untuk pengukuran kandungan zat organik di dalam limbah cair adalah BOD<sub>5</sub> yaitu pengukuran oksigen terlarut DO (*Dissolved Oxygen*) yang digunakan mikroorganisme untuk oksidasi biokimia zat organik membutuhkan waktu 5 hari (Asmadi dan Suharno, 2012).

### b. COD

*Chemical Oxygen Demand* ( COD ) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik dengan oksidasi secara kimia (Qasyim,1985). Semakin tinggi nilai COD maka mengindikasikan bahwa pencemaran di perairan tersebut semakin tinggi pula.

### c. E-Coli

*Escherchia coli* ( E-coli ) adalah salah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif. Pada umumnya, bakteri ini ditemukan pada usus besar manusia.

### d. TSS

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah ukuran dari zat padat tersuspensi

jumlah berat lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami pengeringan.

e. Phospat

Phospat adalah sebuah ion poliatomik atau radikal terdiri dari satu atom fosforus dan empat oksigen. Fosfat merupakan satu-satunya bahan galian (diluar air) yang mempunyai siklus, unsur fosfor di alam diserap oleh makhluk hidup, senyawa fosfat pada jaringan makhluk hidup yang telah mati terurai, kemudian terakumulasi dan mengendap. Kandungan phospat yang tinggi menyebabkan suburnya alga dan organisme lainnya. Phospat kebanyakan berasal dari bahan pembersih yang mengandung senyawa phospat. Pengukuran kandungan phospat dalam air limbah berfungsi untuk mencegah tingginya kadar phospat sehingga tidak merangsang pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dalam air.

4. Debit Air Limbah

Pengertian debit air adalah kecepatan aliran zat cair per satuan waktu. Sehingga debit air limbah adalah kecepatan aliran air limbah yang dihasilkan per satuan waktu. Satuan debit air limbah digunakan untuk menentukan kapasitas atau daya tampung pengolahan air limbah yang masuk.

5. Beban Pencemaran Air Limbah

Beban pencemaran air limbah adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air limbah. Sedangkan beban pencemaran maksimum adalah beban tertinggi yang masih diperbolehkan dibuang ke lingkungan.

## B. Limbah Rumah Sakit

1. Jenis dan Karakteristik Limbah Rumah Sakit

Jenis limbah dan sifat-sifatnya dipengaruhi oleh ukuran, fungsi, dan kegiatan rumah sakit, baik kegiatan medis maupun kegiatan non medis. Dilihat

a. Limbah Klinis

Bahan-bahan terkontaminasi yang ada di rumah sakit, atau disebut sebagai limbah klinis, merupakan bahan yang sering dianggap biasa, oleh karenanya sering kurang mendapatkan perhatian. Justru limbah ini dapat menjadi sumber penyebaran kuman dan penyakit, dan bahan kimia berbahaya di rumah sakit. Limbah klinis adalah limbah yang berasal dari pelayanan medis, perawatan gigi, laboratorium, farmasi, dan sebagainya, serta limbah yang dihasilkan pada saat dilakukan perawatan, pengobatan, atau penelitian. Bentuk limbah klinis bermacam-macam dan berdasarkan potensi bahaya yang terkandung di dalamnya dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1) Limbah benda tajam

Limbah benda tajam yaitu limbah yang memiliki sudut tajam, sisi, ujung atau bagian menonjol yang dapat memotong atau menusuk kulit, seperti jarum, *hipodermik*, *pipet pasteur*, perlengkapan *intravena*, pecahan gelas, pisau bedah, dan sebagainya.

2) Limbah infeksius

Limbah infeksius adalah limbah yang berkaitan dengan pasien yang memerlukan isolasi karena penyakit menular (perawatan intensif) dan limbah laboratorium yang berkaitan dengan pemeriksaan mikrobiologi, poliklinik, dan ruang isolasi.

3) Limbah jaringan tubuh

Limbah ini meliputi jaringan tubuh, organ, anggota badan, plasenta, darah dan sejenisnya yang dibuang saat pembedahan tubuh.

4) Limbah sitotoksik

Limbah ini adalah bahan yang terkontaminasi dengan obat sitotoksik selama peracikan, pengangkutan atau tindakan terapi sitotoksik.

5) Limbah farmasi

Limbah ini dapat berasal dari obat-obatan yang kadaluwarsa, obat-obatan yang tidak lagi diperlukan oleh rumah sakit, obat-obatan yang

terbuang karena kemasan yang terkontaminasi, atau limbah yang dihasilkan selama produksi obat-obatan.

6) Limbah kimia

Dihasilkan dari penggunaan bahan kimia dalam kegiatan di rumah sakit.

7) Limbah radioaktif

Limbah radioaktif adalah bahan yang terkontaminai dengan radio isotop yang berasal dari penggunaan medis atau riset radio nukleide.

b. Limbah Domestik

Limbah domestik dihasilkan dari berbagai kegiatan non medis, yaitu dari dapur, tempat cuci (*laundry*), kamar mandi, berupa sampah atau air buangan.

Jenis limbah bila dilihat dari bentuknya, dapat dikelompokan sebagai

berikut :

a. Limbah Padat (*Solid Waste*)

Limbah padat rumah sakit atau biasa disebut sampah mengandung bahan yang dapat menimbulkan dampak kesehatan.

b. Limbah Cair (*Liquid Waste*)

Limbah cair rumah sakit dibedakan atas limbah cair domestik (air limbah) dan limbah cair klinis. Limbah cair domestik pada umumnya terdiri dari sisa makanan dari dapur, limbah *laundry*, dan lain-lain, sedangkan limbah klinis berupa bahan-bahan kimia, cairan tubuh, darah, dan sejenisnya.

c. Limbah Gas (*Gaseous Waste*)

Limbah rumah sakit yang berwujud gas adalah udara yang mengandung bakteri, virus, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>.

2. Air Limbah Rumah Sakit

Air limbah rumah sakit adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil



(air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), air limbah klinis (air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, dan lain-lain), air limbah laboratorium dan lainnya (Tugijono, 2009).

### 3. Dampak Limbah Rumah Sakit

Dampak yang ditimbulkan limbah rumah sakit akibat pengelolaannya yang tidak baik dapat berupa:

- a. Merosotnya mutu lingkungan rumah sakit yang dapat mengganggu masalah kesehatan bagi masyarakat.
- b. Limbah medis yang mengandung berbagai macam bahan kimia beracun, buangan yang terkena kontaminasi serta benda-benda tajam dapat menimbulkan penyakit dan gangguan berupa kecelakaan kerja
- c. Limbah medis yang berupa partikel debu dapat menimbulkan pencemaran penyakit dan kuman.
- d. Pengelolaan limbah medis yang kurang baik akan menyebabkan estetika lingkungan yang kurang sedap.
- e. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran sumber air (permukaan tanah) atau lingkungan dan menjadi media tempat berkembangbiaknya mikroorganisme patogen, serangga yang dapat menjadi transmisi penyakit terutama kholera, disentri, thypus abdominalis (Kusnoputranto dalam Asmadi,2013)

### 4. Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit

Prinsip dasar pengolahan air limbah rumah sakit adalah menghilangkan atau mengurangi kontaminan yang terdapat di dalam air limbah, sehingga hasil pengolahan limbah tidak mengganggu lingkungan apabila di buang ke tanah, sungai, atau badan air penerima dan di bawah standar baku mutu yang digunakan. Metode pengolahan air limbah terdiri dari pengolahan fisik, kimia, dan biologis, serta pengolahan lumpur hasil proses. Metode pengolahan yang digunakan bisa

## 5. Bangunan Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit

Secara garis besar kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian, antara lain :

- a. Pengolahan pendahuluan (*pre treatment*)
- b. Pengolahan pertama (*primary treatment*)
- c. Pengolahan kedua (*secondary treatment*)
- d. Pengolahan ketiga (*tertiary treatment*)
- e. Pembunuh kuman (*desinfektion*)
- f. Pembuangan lanjutan (*ultimate disposal*)

Dari setiap fase di atas terdapat beberapa jenis pengolahan yang dapat diterapkan, dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dari beberapa jenis itu dapat dipilih salah satu yang diperkirakan memberikan manfaat yang terbaik. Konfigurasi bangunan pengolahan air limbah untuk setiap fase terdiri atas (Sugiharto, 2008) :

### a. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi merupakan unit penyeimbang debit, sehingga debit yang masuk ke IPAL dalam keadaan konstan dan sebagai penyeimbang polutan dalam air limbah.

### b. Bak Pengendapan

Bak pengendapan berfungsi sebagai tempat untuk mengendapkan partikel-partikel dalam air limbah secara gravitasi.

### c. Bak Aerasi

Bak aerasi adalah tempat untuk menambahkan oksigen terlarut dalam air limbah yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengubah zat organik menjadi zat anorganik yang dapat dipisahkan dari air limbah melalui pengendapan secara gravitasi.

### d. Bak Filtrasi

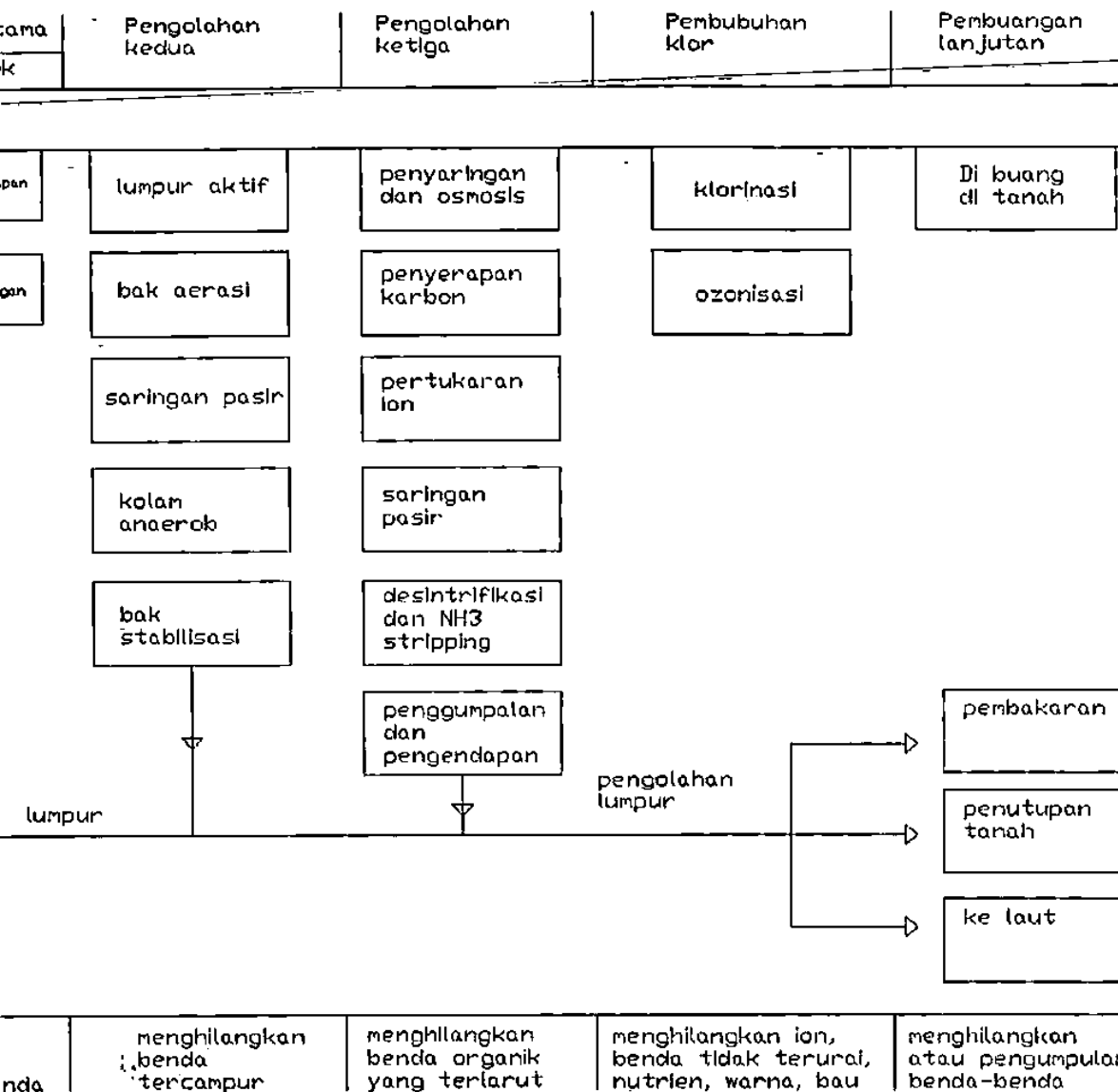
Bak ini berfungsi untuk pengurangan lumpur tercampur dan

e. Bak klorinasi

Fungsi bak klorinasi adalah untuk mengontakan senyawa desinfektan dengan air limbah untuk membunuh mikroorganisme atogen di dalam air limbah.

f. Bak pengolah lumpur

Lumpur yang dihasilkan dari proses sedimentasi diolah lebih lanjut untuk mengurangi sebanyak mungkin air yang masih terkandung didalamnya. Proses pengolahan lumpur yang bertujuan mengurangi kadar air tersebut sering disebut dengan pengering lumpur. Ada empat cara proses pengurangan kadar air, yaitu secara alamiah, dengan tekanan (pengepresan), dengan gaya sentrifugal, dan dengan pemanasan.



Daftar pilihan pengolahan air limbah untuk setiap fase pengolahan (Sugiharto, 2008)