

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Rumah sakit**

Menurut WHO (1957), rumah sakit adalah suatu bahagian menyeluruh, (integrasi) dari organisasi dan medis, berfungsi memberikan pelayanan kesehatan lengkap kepada masyarakat baik kuratif maupun rehabilitatif, dimana output layanannya menjangkau pelayanan keluarga dan lingkungan. Rumah sakit juga merupakan pusat pelatihan tenaga kesehatan serta penelitian biososial. Berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan RI tahun 1989, rumah sakit juga merupakan pusat pelayanan rujukan medik spesialistik dan sub spesialistik dengan fungsi utama menyediakan dan menyelenggarakan upaya kesehatan yang bersifat penyembuhan (kuratif) dan Pemulihan (rehabilitasi pasien).

Rumah sakit merupakan sarana upaya perbaikan kesehatan yang melaksanakan pelayanan kesehatan dan dapat dimanfaatkan pula sebagai lembaga pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian. Pelayanan kesehatan yang dilakukan rumah sakit berupa kegiatan penyembuhan penderita dan pemulihan keadaan cacat badan serta jiwa. Jika dilihat dari sudut pandang pelayanannya, rumah sakit dapat juga diartikan sebagai sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan yang meliputi pelayanan rawat jalan, rawat inap, pelayanan gawat darurat, pelayanan medik dan non medik yang dalam melakukan proses kegiatan hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan sosial, budaya dan dalam

menyelenggarakan upaya dimaksud dapat mempergunakan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar terhadap lingkungan.

Sanitasi menurut kamus bahasa Indonesia diartikan sebagai pemelihara kesehatan'. Menurut WHO, sanitasi lingkungan (environmental sanitation) adalah upaya pengendalian semua faktor lingkungan fisik manusia yang mungkin menimbulkan atau dapat menimbulkan hal-hal yang merugikan bagi perkembangan fisik, kesehatan dan daya tahan hidup manusia.

Sanitasi Rumah Sakit adalah upaya pengawasan berbagai faktor lingkungan fisik, kimiawi, dan biologik di rumah sakit yang menimbulkan atau mungkin dapat mengakibatkan pengaruh buruk terhadap kesehatan petugas, penderita, pengunjung maupun bagi masyarakat di sekitar rumah sakit.

Rumah sakit adalah sebagai sarana kesehatan tempat berkumpulnya orang sakit maupun orang sehat dan dapat menjadi tempat penularan penyakit serta memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan (Depkes RI, 2009).

Menurut perumusan WHO tahun 2000 pengertian rumah sakit adalah suatu keadaan usaha yang menyediakan pemondokan yang memberikan jasa pelayanan medis jangka pendek dan jangka panjang yang terdiri atas tindakan observasi, diagnostik, terapeutik, dan rehabilitasi untuk orang-orang yang menderita sakit, terluka, dan untuk mereka yang mau melahirkan dan kesemuanya itu dipengaruhi oleh lingkungan yang aman. Di dalam teori tersebut menjelaskan bahwa faktor Kesehatan Lingkungan adalah salah satu faktor utama. Sebagai sarana kesehatan lingkungan bagi masyarakat, rumah sakit diartikan sebagai upaya penyehatan dan pengawasan lingkungan yang mungkin berisiko menimbulkan penyakit dan

gangguan kesehatan bagi masyarakat sehingga terciptanya derajat kesehatan masyarakat yang setinggi-tingginya (Depkes RI, 2009).

Upaya Kesehatan Lingkungan rumah sakit meliputi kegiatan-kegiatan yang kompleks sehingga memerlukan penanganan secara lintas program dan lintas sektoral serta berdimensi multi disiplin untuk itu diperlukan tenaga dan prasarana yang memadai dalam kesehatan Lingkungan Rumah Sakit ( Depkes RI 2004 ).

Adapun persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit berdasarkan permenkes No 7/ Permenkes/ SK/ X/ 2019 adalah meliputi sanitasi pengendalian berbagai faktor lingkungan fisik, kimia, biologi, dan sosial psikologi, di rumah sakit. Program sanitasi di rumah sakit terdiri dari penyehatan bangunan dan ruangan, penyehatan makanan dan minuman, penyehatan air, penyehatan tempat pencucian umum termasuk tempat pencucian linen, pengendalian serangga dan tikus, sterilisasi/desinfeksi, perlindungan radiasi, penyuluhan kesehatan lingkungan, pengendalian infeksi nosokomial, dan pengelolaan sampah/ limbah (Depkes RI, 2004).

## **B. Limbah Cair Rumah sakit**

Limbah rumah sakit adalah semua limbah oleh kegiatan rumah sakit kegiatan lainnya. limbah rumah sakit bisa mengandung bermacam-macam mikroorganisme tergantung pada jenis rumah sakit dan tingkat pengolahan yang dilakukan sebelum dibuang. Limbah cair rumah sakit dapat mengandung bahan organik dan anorganik yang umumnya diukur dan parameter BOD, COD dan TSS.

Limbah yang dihasilkan rumah sakit dapat membahayakan kesehatan masyarakat, yaitu limbah berupa virus dan kuman yang berasal dari Laboratorium Virologi dan Mikrobiologi dan sulit untuk dideteksi. Limbah cair yang berasal dari rumah sakit dapat berfungsi sebagai media penyebaran gangguan atau penyakit bagi para petugas, penderita maupun masyarakat. Gangguan tersebut dapat berupa pencemaran udara, pencemaran air, tanah, pencemaran makanan dan minuman.

Air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari proses kegiatan sarana pelayanan kesehatan yang meliputi air limbah domestik (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 dll), air limbah laboratorium dan lainnya (Depkes,2009:3).

Limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif berbahaya bagi kesehatan (Depkes, 2009:4).

Limbah layanan kesehatan mencakup semua hasil buangan yang berasal dari instalasi kesehatan, fasilitas penelitian dan laboratorium. Selain itu, limbah layanan kesehatan juga mencakup limbah yang berasal dari sumber-sumber kecil atau menyebar misalnya limbah hasil perawatan yang dilakukan di rumah (Pruss, A., dkk,2005:3).

Sekitar 75-90% limbah yang berasal dari instalasi kesehatan merupakan limbah yang tidak mengandung risiko atau limbah umum dan menyerupai limbah rumah tangga. Limbah tersebut kebanyakan berasal dari aktivitas administratif dan keseharian instalasi, di samping limbah yang dihasilkan selama

pemeliharaan bangunan instalasi tersebut. Sisanya yang 10-25% merupakan limbah yang dipandang berbahaya dan dapat menimbulkan berbagai jenis dampak kesehatan(Pruss,A.,dkk,2005:3)

### **C. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit**

Sumber air limbah bervariasi sesuai dengan tipe rumah sakit. Adapun sumber air limbah rumah sakit pada umumnya berasal dari dapur, pencucian linen, ruang perawatan, ruang poliklinik, laboratorium, WC dan kamar mandi, kamar mayat, dan unit lain sesuai tipe rumah sakit.

Air limbah dari kamar mandi dikategorikan sebagai limbah rumah tangga. Parameter dalam air limbah kamar mandi adalah zat padat, BOD, COD, Nitrogen, pospat, minyak dan bakteriologis. Air limbah dari unit dapur rumah sakit umumnya hampir sama dengan limbah rumah tanggadengan kandungan BOD, COD, Total Solid, Minyak/Lemak, Nitrogen dan pospat. Bahan padatan yang terkandung berupa sisa makanan , sisa potongan sayuran dan lain-lain.

Air Limbah laundry berasal dari unit pencucian bahan kain yang umumnya bersifat basa dengan kandungan zat padat total berkisar antara 800-1200 mg/l dan kandungan BOD berkisar antara 400-450 mg/l. Limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lain-lain. Air limbah rumah sakit dari kegiatan domestik maupun klinis umumnya mengandung senyawa polutan organik yang tinggi.

Air Limbah laboratorium berasal dari pencucian peralatan laboratorium dan bahan buangan hasil pemeriksaan contoh darah dan lain-lain. Air limbah ini umumnya banyak mengandung berbagai senyawa kimia sebagai bahan pereaksi

sewaktu pemeriksaan contoh darah dan bahan lain. Air limbah laboratorium mengandung bahan antiseptik dan antibiotik sehingga bersifat toksik terhadap mikroorganisme, juga mengandung logam berat. Apabila air limbah tersebut dialirkan ke dalam poses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses kerja dari pengolahan secara biologis, oleh karena itu untuk air limbah yang berasal dari laboratorium diolah tersendiri secara fisika dan kimia, selanjutnya hasil olahannya dialirkan bersama limbahlainnya.

Sumber air limbah RSUD Dr. A. Dadi Tjokrodipo berasal dari berbagai pelayanan mulai dari pelayanan Ruang Perawatan, Laboratorium, Ruang Gizi, laundry, Ruang ICU, Ruang Ok, dan Ruang UGD yang dialirkan melalui jaringan perpipaan. Pre treatment berupa septiktank dan unit penangkap lemak (grease trap) yang selanjutnya dikumpulkan pada bak pengumpul untuk di pompakan menuju IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang tersentral.

Sumber air limbah Rumah sakit diantaranya dari ruang inap, ruang operasi, ruang gawat darurat, ruang isotop, ruang hemodialisa, klinik, dapur, laundry, laboratorium dan toilet. Sumber air limbah dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Air Limbah Medis

Limbah dihasilkan selama pelayanan pasien secara rutin, pembedahan dan di unit- unit resiko tinggi. Air limbah medis berasal dari kegiatan ruang rawat inap, ruang operasi, ruang gawat darurat, wastafel, ruang isotop, ruang hemodialisa, klinik, laboratorium dan toilet.

- a. Jumlah tempattidur
- b. Pemakaian per bulan dari tempattidur
- c. Jenis kegiatan yang ada

- d. Jumlah pasien rawatinap
- e. Jumlah karyawan,dll.

## 2. Air Limbah Non Medis

Limbah non medis terdiri dari kegiatan-kegiatan Rumah Sakit yang tidak berhubungan dengan kegiatan medis namun juga perlu diperhatikan karena air limbah yang dihasilkan dapat merusak biota perairan jika tidak diolah dengan baik.

### a. Air Limbah dari Dapur(*Kitchen*)

Air limbah dari dapur (*kitchen*) banyak mengandung lemak dan minyak.

### b. Air Limbah dari Ruang Cuci (*Laundry*) Air limbah dari ruang cuci (*laundry*) memiliki karakteristik pH > 9. KisaranPh

Sumber limbah cair rumah sakit adalah unit atau bangunan di rumah sakit yang dalam aktivitasnya menghasilkan limbah berbentuk cair (Depkes RI, 2009:3- 4). Adapun sumber-sumber yang menghasilkan limbah antara lain :

- 1) Unit pelayanan medis, seperti rawat inap, rawat jalan, rawat darurat, rawat intensif, haemodialisa, bedah sentral dan rawatisolasi.
- 2) Unit penunjang pelayanan medis, seperti laboratorium, radiologi, farmasi, sterilisasi dan kamarjenazah.
- 3) Unit penunjang pelayanan non medis, seperti logistik, cuci (*laundry*), rekam medis, fasilitas umum (masjid/mushola dan kantin), kesekretariatan/administrasi,dapur/gizi.

#### **D. Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit**

Menurut Pruss, A., dkk (2005:11-12), berbagai unit di dalam rumah sakit akan menghasilkan limbah yang karakteristiknya sebagai berikut

1. Bangsal rawat inap: sebagian besar berupa limbah infeksius seperti pembalut, penutup luka, plaster luka, sarung tangan, peralatan medis *disposable*, jarum hipodermik dan perlengkapan infus bekas, cairan tubuh dan ekskreta, kemasan yang terkontaminasi dan remahan makanan.
2. Ruang operasi dan bangsal bedah: umumnya limbah anatomi seperti jaringan tubuh, janin, dan bagian tubuh lainnya, limbah infeksius dan peralatan bedah tajam.
3. Unit layanan kesehatan lain: umumnya limbah umum dengan sebagian kecil limbah infeksius.
4. Laboratorium: umumnya limbah patologi (termasuk beberapa bagian tubuh) dan sangat infeksius (potongan jaringan, kultur mikrobiologis, stok agens infeksius, bangkai hewan sakit, darah dan cairan tubuh yang lain) dan benda tajam.
5. Unit farmasi dan penyimpanan bahan kimia: sejumlah kecil limbah farmasi dan bahan kimia, terutama kemasan (yang hanya mengandung residu jika ruang penyimpanan dikelola dengan baik) dan sampah umum.
6. Unit penunjang: sampah umum saja.

#### **E. Komposisi Limbah Cair Rumah Sakit**

Air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting :

1. Tinja (*faeces*), berpotensi mengandung mikrobapentogen,

2. Air seni (*urine*), umumnya mengandung nitrogen dan posfor, serta kemungkinan kecil mikro –organisme,
3. *Grey Water* merupakan air bekas cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi.

Campuran faeces dan urine disebut sebagai excreta, sedangkan campuran excreta dengan air bilasan toilet disebut sebagai *black water*.

## **F. Karakteristik Air Limbah Rumah Sakit**

### 1. Karakteristik fisik

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat yaitu kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau dan warna juga temperature.

#### a. Sifat Fisik

##### 1) Kandungan Bahan Padat

Merupakan umlah total endapan terdiri dari benda-benda yang mengendap, terlarut, dan tercampur.

##### 2) Warna

Warna adalah ciri kualitatif yang dapat dipakai untuk mengkaji kondisi umum air limbah.

##### 3) Bau

Bau air limbah yang masih baru biasanya tidak terlalu merangsang, tetapi berbagai senyawa yang berbau dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi anaerobik.

#### 4) Suhu

Suhu atau temperatur dari air limbah lebih tinggi dibandingkan dengan air biasa, hal ini disebabkan karena adanya penambahan air yang lebih panas dari pemakaian rumah tangga maupun aktifitas di pabrik ataupun sumber air limbah yang lain.

#### b. Karakteristik Kimia

Secara umum karakteristik kimia pada air limbah terbagi dua, yaitu kimia organik dan anorganik. Jumlah materi organik sangat dominan, karena 75% dari zat padat tersuspensi dan 40% zat padat tersaring merupakan bahan organik, yang tersusun dari senyawa karbon, hidrogen, oksigen dan ada juga yang mengandung nitrogen. Adapun materi/senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun dari karbon organik. Karbon anorganik dalam air limbah pada umumnya terdiri dari *sand*, *grit*, dan mineral-mineral, baik, *suspended* maupun *dissolved*

#### Sifat Kimiawi

Beberapa sifat kimiawi yang perlu diperhatikan adalah BOD, COD, ammonia bebas, nitrogen organik, nitrit, nitrat, fosfor organik dan fosfor anorganik (Linsley, 1996).

- 1) Senyawa Organik
- 2) Senyawa Anorganik
- 3) pH

#### c. Karakteristik Biologis

Karakteristik biologi ini diperlukan untuk mengukur kualitas air

terutama bagi air yang dipergunakan sebagai air minum dan air bersih. Selain itu, untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air. Parameter yang sering digunakan adalah banyaknya kandungan mikroorganisme yang ada dalam kandungan air limbah.

#### Sifat Biologis

Baik tidaknya kualitas air secara biologis ditentukan oleh jumlah mikroorganisme patogen dan nonpatogen.

### **G. Parameter Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit**

#### **1. Temperatur/Suhu**

Merupakan salah satu parameter yang penting dalam air. Temperatur pada air dapat menentukan besarnya kehadiran spesies biologi dan tingkat aktivitasnya. Pada temperatur yang rendah aktivitas biologi seperti pertumbuhan dan reproduksi akan menjadi lebih lambat. Sebaliknya jika suhu meningkat maka aktivitas biologi juga akan meningkat. Suhu air limbah biasanya lebih tinggi daripada air bersih. Suhu air limbah dipengaruhi oleh kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang dari sisa pendingin mesin pada industri ataupun dari rumah tangga. Pengukuran suhu sangat penting karena kebanyakan instalasi pengolahan air limbah meliputi pengolahan pengolahan biologis yang tergantung pada suhu. Suhu air limbah biasanya berkisar pada 13-24 C (Sugiharto,1987).

#### **2. pH**

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan

biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH nya maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam. (Sugiharto, 2014 : 31)

### **3. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)***

BOD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk semua prosesnya di butuhkan waktu 100 hari pada suhu 20 C, akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari sehingga dikenal sebagai BOD 5. (Sugiharto, 2014 : 6)

### **4. *Chemical Oxygen Demand (COD)***

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi. (Sugiharto, 2014 : 6)

Nilai COD dalam air limbah biasanya lebih tinggi dari pada nilai BOD karena lebih banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dibandingkan oksidasi biologi. Semakin tinggi nilai COD dalam air limbah mengindikasikan bahwa derajat pencemaran pada suatu perairan makin tinggi pula. Untuk berbagai tipe air limbah, COD dapat dihubungkan dengan BOD, mengingat tes COD hanya membutuhkan waktu 3 jam sehingga merupakan keuntungan bagi instalasi pengolahan jika melakukan tes COD dibandingkan tes BOD yang membutuhkan waktu 5 hari untuk mendapatkan hasilnya. (Tchobanoglous, 1991)

## **5. Total Suspended Solids (TSS)**

*Total Suspended Solids* (TSS) adalah jumlah berat dalam miligram per liter (mg/l) kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.(Sugiharto, 2014 : 7)

## **6. Total Dissolved Solids(TDS)**

*Total Dissolved Solid* (TDS) atau Total Padatan Terlarut adalah jumlah total larutan padat yang terkandung dalam air yang kita konsumsi. Satuan biasanya miligram per liter (mg/l).

Zat padat terlarut TDS (total dissolved solid) dalam air dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut

## **7. Minyak Lemak**

Minyak dan lemak adalah komponen penting dalam makanan dan biasanya terdapat dalam air limbah. Lemak merupakan senyawa organik yang stabil dalam air dan tidak mudah diuraikan oleh mikroba. Minyak jika terdapat dalam limbah cair, dapat merugikan karena dapat menghambat aktivitas biologi mikroba untuk pengolahan limbah cair (Tchobanoglous, 1991).

Selain itu minyak dan lemak dapat merusak sistem perpipaan pada instalasi pengolahan air limbah. Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat merugikan, karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menurun.

Untuk air sungai kadar maksimum minyak dan lemak 1 mg/l. Minyak dapat sampai ke saluran air limbah, sebagian besar minyak ini mengapung di dalam air limbah, akan tetapi ada juga yang mengendap terbawa oleh lumpur. Sebagai petunjuk dalam mengolah air limbah, maka efek buruk yang dapat menimbulkan permasalahan pada dua hal yaitu pada saluran air limbah dan pada bangunan pengolahan (Sugiharto, 2014).

### **8. Total Coliform**

Bakteri koliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air adanya cemaran mikroba, biasanya bias melalui kotoran yang kondisinya tidak baik terhadap kualitas air, makanan, maupun minuman. Koliform sebagai suatu kelompok bakteri dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam yang ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung yang telah diinkubasi pada media yang sesuai (Waluya, 2012). Untuk mengetahui jumlah bakteri koliform di dalam air digunakan metode (MPN) Most Probable Number

### **H. Standar Baku Mutu Air Limbah**

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah Bagi Usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan adalah Sebagai Berikut:

Table 1

Table Parameter limbah pelayanan kesehatan

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
Suhu	°C	38
Ph	-	6-9
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	80
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	10
Amoniak	Mg/L	10
Total coliform	Jumlah/100 ml	5000
Debit	L/orang/hari	100

(Sumber Menurut Permen LH No. 5 Tahun 2014)

## I. Tahap Pengolahan Limbah Cair

Tujuan pengolahan air limbah adalah untuk memperbaiki kualitas air limbah, mengurangi BOD, COD dan partikel tercampur, menghilangkan bahan nutrisi dan komponen beracun, menghilangkan zat tersuspensi, inkomposisi zat organik, menghilangkan mikro organisme patogen. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 20)

Ditinjau dari tahapan pengolahan limbah cair, ada beberapa tahap pengolahannya :

### 1. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Sebelum dilakukan pengolahan perlu kiranya dilakukan pembersihan agar mempercepat dan memperlancar proses pengolahan

serta melindungi unit unit selanjutnya. Beberapa proses pengolahan yang berlangsung pada tahap ini berupa pengambilan benda terapung dan pengambilan sampah lainnya.

Pengolahan pendahuluan ini digunakan juga untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak, dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung.

Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan adalah :

- 1) Saringan (*Bar Screen/Bar Racks*)
- 2) Pencacah (*Comminutor*)
- 3) Bak Perangkap Pasir (*Grit Chamber*)
- 4) Penangkap Lemak Minyak (*Skimmer And Grease Trap*)
- 5) Bak Penyetaraan (*Equalization Basin*). (Sugiharto, 2014 : 96)

## 2. Pengolahan Pertama (Primary Treatment)

Pengolahan pertama (primary treatment) bertujuan untuk memisahkan padatan dari air secara fisik. Hal ini dapat dilakukan dengan melewatkan air limbah melalui saringan (filter) dan atau bak sedimentasi (sedimentation tank)" Berfungsi untuk mengambil/menyaring padatan terapung atau melayang dalam air limbah yang berupa lumpur, sisa kain, potongan kayu, pasir, minyak dan lemak. Saringan yang digunakan dengan ukuran 15-30 cm dengan bahan yang tidak mudah berkarat. saringan ini harus setiap hari di periksa untuk mengambil bahan yang terjaring sehingga tidak membuat kemacetan pada aliran air limbah.

Tujuan pengolahan pertama ini adalah untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. primary treatment

dilakukan dengan dua metode utama, yaitu pengolahan secara fisika dan pengolahan secara kimia. Pengolahan kimia yaitu mengendapkan bahan padatan dengan penambahan bahan kimia. Pengolahan secara fisika dimungkinkan bila bahan kasar yang telah diolah dengan pengendapan atau pengapungan. Bahan kimia (koagulan) yang dipakai diantaranya: aluminium sulfat (tawas). Natrium hidroksida, soda abu, soda api, feri sulfat, feri chlorida, dan lain-lain. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 71)

Pengolahan pertama menurut Sundstrom (1979), bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang bisa mengendap seperti suspended solid, zat yang mengapung seperti lemak, serta akan mengurangi 60 % suspended solid, dan 30 % BOD. Selain itu pengolahan ini merupakan pengolahan yang bisa diterima sebagai langkah pertama sebelum air limbah masuk ke pengolahan kedua.

Pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini. Dengan adanya pengendapan ini, maka akan mengurangi kebutuhan oxygen pada pengolahan biologis berikutnya dan pengendapan yang terjadi adalah pengendapan secara gravitasi.

a. Penyaringan (Filtration)

Penyaringan bertujuan untuk mengurangi padatan maupun lumpur tercampur dan partikel koloid dari air limbah dengan melewatkan air limbah melalui media yang porous. Hal ini perlu dilakukan sebab polutan tersebut (padatan, lumpur tercampur dan partikel koloid) dapat menyebabkan pendangkalan bagi bahan air penerima.

Selain itu juga, polutan tersebut dapat merusak peralatan pengolah limbah yang lain seperti pompa serta dapat juga mengganggu efisiensi dari alat pengolah lainnya. Pengoperasian alat filtrasi biasanya dibagi menjadi 2 aktivitas yakni penyaringan polutan dan pembersihan alat filtrasi tersebut (disebut juga backwashing). Beberapa alat filtrasi yang banyak digunakan adalah saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, saringan lambat, saringan multi media, percoal filter, mikrostaining dan vacuum filter. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 71)

### 3. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

Pada pengolahan sekunder ini dilakukan pengolahan secara biologis yang digunakan untuk mengubah materi organik yang terdapat di dalam limbah cair menjadi flok-flok terendapkan (floculant settleable) sehingga dapat dihilangkan pada bak sedimentasi.

Tujuan utamanya adalah mengurangi bahan organik dan dalam banyak hal juga menghilangkan nutrisi seperti Nitrogen dan Fosfor. Proses penguraian bahan organik dilakukan oleh mikroorganisme secara aerobik atau anaerobik. Treatment kedua pada umumnya melibatkan proses biologi dengan tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan bahan organik mikroorganisme yang ada di dalam air limbah. Untuk proses biologis ini banyak digunakan reaktor lumpur aktif atau "trickling filter". Pada proses penggunaan lumpur aktif, maka air limbah yang telah lama ditambah kan pada tangki aerasi dengan tujuan untuk memperbanyak jumlah bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan bahan organik berjalan lebih cepat.

a. Proses Aerobic

Dalam proses aerobic, penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dapat terjadi dengan kehadiran oksigen sebagai electron acceptor dalam air limbah. Proses aerobic biasanya dilakukan dengan bantuan lumpur aktif (activated sludge), yaitu lumpur yang banyak mengandung bakteri pengurai. Hasil akhir yang dominan dari proses ini bila konversi terjadi secara sempurna adalah karbon dioksida, uap air serta excess sludge. Lumpur aktif tersebut sering disebut dengan MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids). Terdapat dua hal penting dalam proses ini, yakni proses pertumbuhan bakteri dan proses penambahan oksigen

b. Proses Anaerobic

Dalam proses anaerobic zat organik diuraikan tanpa kehadiran oksigen. Hasil akhir yang dominan dari proses anaerobic ialah biogas (campuran methane dan carbon dioksida), uap air serta sedikit excess sludge. Aplikasi terbesar sampai saat ini stabilisasi lumpur dari instalasi pengolahan air limbah serta pengolongan beberapa jenis air limbah industri. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 74)

4. Pengolahan Ketiga (tertiary Treatment)

Pengolahan ketiga (tertiary treatment) yang merupakan kelanjutan dari pengolahan kedua. Umumnya pengolahan ini untuk menghilangkan nutrisi/unsur hara khususnya nitrat dan fosfat. Disamping itu juga pada tahapan ini dapat dilakukan permusnahan mikroorganisme patogen dengan penambahan Chlor pada air limbah. Pengolahan tingkat lanjutan

ini ditujukan terutama untuk menghilangkan senyawa anorganik, diantaranya calcium, kalium, sulfat, nitrat, fosfor, dan lain-lain maupun senyawa kimia organik. Proses kimia, fisika dan biologis yang terjadi pada pengolahan tingkat lanjut ini antara lain : filtrasi, destilasi, pengapungan, dan lain-lain. Proses kimia meliputi absorpsi karbon aktif, pengendapan kimia, oksidasi dan reduksi. Sedangkan proses biologis dengan bakteri, algae nitrifikasi. (Asmadi dan Suharno, 2012 :76)

#### Pembunuhan Kuman (Desinfection)

Desinfeksi bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam limbah cair. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Beberapa hal yang perlu diperhatikan

Dalam memilih bahan kimia sebagai bahan desinfeksi antara lain:

- a. Daya racun kimia tersebut
- b. Waktu kontak yang diperlukan
- c. Rendahnya dosis
- d. Tidak toksik terhadap manusia dan hewan
- e. Biaya murah untuk penggunaan massal.

Atas pertimbangan tersebut, maka penjernihan air limbah banyak memakai bahan khlorin oksida dan komponennya, bromine, dan permanganate. (Sugiharto, 2014: 129)

#### 5. Pengolahan Lanjut (*Ultimate Disposal*)

Dari setiap pengolahan limbah cair akan menghasilkan lumpur, sehingga dibutuhkan penanganan khusus agar lumpur tersebut tidak

mencemari lingkungan. Tahap-tahap pengolahan lumpur agar kandungan organiknya meningkat adalah :

a. Proses pemekatan (thickener)

Berfungsi untuk mengurangi kadar air pada lumpur sehingga dapat mengurangi volume lumpur yang akan diolah, maka dalam hal ini proses yang terjadi merupakan pengentalan.

b. Proses penstabilan (stabilitation)

Proses ini berfungsi untuk menguraikan zat organik yang volatile, mereduksi volume lumpur, menguraikan zat-zat beracun yang terdapat dalam lumpur.

c. Proses pengkondisian (conditioning)

Tujuan dari pengkondisian adalah untuk memperbaiki karakteristik lumpur yang terbentuk.

d. Proses pengurangan air (dewatering)

Proses dewatering bertujuan untuk mengurangi kadar air lumpur.

Proses ini juga dapat berfungsi untuk menghilangkan bau yang ada pada lumpur.

e. Proses pengeringan (drying)

Proses ini berfungsi untuk mengeringkan lumpur dari digester.

f. Proses pembuangan (disposal).

Proses ini untuk membuang lumpur. (Sugiharto, 2014 : 132)

## **J. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

### **1. Definisi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

Instalasi pengolahan air limbah fasilitas pelayanan kesehatan adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengolah air buangan yang berasal dari kegiatan yang ada di fasilitas pelayanan kesehatan. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 1)

IPAL berfungsi dan bermanfaat bagi manusia serta makhluk hidup lainnya, antara lain:

- a. Untuk mengolah Air Limbah domestik atau industri, agar air tersebut dapat di gunakan kembali sesuai kebutuhan masing-masing.
  - b. Untuk menghilangkan zat / mikroorganisme pencemar, agar air limbah yang akan di alirkan kesungai tidak tercemar.
  - c. Agar biota-biota yang ada di sungai tidak mati akibat air buangan.
- a. Bak Saringan (Screen Chamber)

Di dalam proses pengolahan air limbah, screening (saringan) atau saringan dilakukan pada tahap yang paling awal. Saringan untuk penggunaan umum (general porpose screen) dapat digunakan untuk memisahkan bermacam-macam benda padat yang ada di dalam air limbah, misalnya kertas, plastik, kain, kayu dan benda dari metal serta lainnya. Benda-benda tersebut jika tidak dipisahkan dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan pemisah lumpur (sludge removal equipment) misalnya weir, block valve, nozle, saluran serta perpipaan.

Hal tersebut dapat menimbulkan masalah yang serius terhadap operasional maupun pemeliharaan peralatan. Saringan yang halus kadang-kadang dapat

juga digunakan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Screen chamber terdiri dari saluran empat persegi panjang, dasar saluran biasanya 7 –15 cm lebih rendah dari saluran inlet (incoming sewer). Screen chamber harus dirancang sedemikian rupa agar tidak terjadi akumulasi pasir (grit) atau material yang berat lainnya di dalam bak. Jumlah bak minimal 2 buah untuk instalasi dengan kapasitas yang besar. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 51)

b. Bar Screen

Bar screen terdiri dari batang baja yang dilas pada kedua ujungnya terhadap dua batang baja horizontal. Penggolongan bar screen yakni kasar, halus dan sedang tergantung dari jarak antar batang (bar). Saringan halus (fine screen) jarak antar batang 1,5 – 13 mm, saringan sedang (medium screen) jarak antar batang 13 – 25 mm, dan saringan kasar (coarse scrre) jarak antar batang 32 – 100 mm. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 52)

c. Penangkap (Interceptor)

Air limbah yang ke luar dari alat plambing mungkin mengandung bahan-bahan berbahaya, yang dapat menyumbat atau mempersempit penampang pipa, dan dapat mempengaruhi kemampuan IPAL. Untuk mencegah masuknya bahan-bahan tersebut ke dalam pipa, perlu dipasang suatu penangkap (Interceptor). Bahan yang dapat menimbulkan kesulitan atau kerusakan pada pipa pembuangan antara lain :

- 1) minyak atau lemak (jumlah besar) dari dapur.
- 2) bahan-bahan bekas dari kamar operasi rumah sakit.
- 3) benang atau serat dari Laundry.
- 4) bahan bakar, minyak, gemuk dari bengkel.

Suatu penangkap harus dipasang sedekat mungkin pada alat plambing yang dilayaninya, sehingga pipa pembuangan yang mungkin akan mengalami gangguan sependek mungkin. Karena ukurannya terlalu besar untuk dipasang di dalam ruangan dimana alat plambing itu berada, terpaksa dipasang di luar bangunan. Dalam hal ini pembuangan dari alat plambing tersebut ke penangkap harus disediakan khusus untuk itu dan tidak boleh digabungkan dengan air buangan lainnya. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 54)

d. Bak Pemisah Lemak

Bak pemisah lemak atau *grease removal* berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur, serta untuk mengendapkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis.

Minyak atau lemak merupakan penyumbang polutan organik yang cukup besar. Oleh karena itu untuk air limbah yang mengandung minyak atau lemak yang tinggi misalnya air limbah yang berasal dari dapur atau kantin perlu dipisahkan terlebih dahulu agar beban pengolahan di dalam unit IPAL berkurang. Kandungan minyak atau lemak yang cukup tinggi di dalam air limbah dapat menghambat transfer oksigen di dalam bak aerasi yang dapat menyebabkan kinerja IPAL kurang maksimal. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 54)

Untuk menghitung volume bak pemisah lemak yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus : } \frac{rt}{60 \text{ menit} \times 24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

rt : Retention Time (Waktu Tunggu)

Q : Debit Air Limbah

e. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi adalah bak penampungan yang berfungsi untuk meminimumkan dan mengendalikan fluktuasi aliran limbah cair baik kuantitas maupun kualitas yang berbeda dan menghomogenkan konsentrasi limbah cair.

Untuk proses pengolahan air limbah rumah sakit atau layanan kesehatan, jumlah air limbah maupun konsentrasi polutan organik sangat berfluktuasi. Hal ini dapat menyebabkan proses pengolahan air limbah tidak dapat berjalan dengan sempurna. Untuk mengatasi hal tersebut yang paling mudah adalah dengan melengkapi unit bak ekualisasi. Bak ekualisasi ini berfungsi untuk mengatur debit air limbah yang akan diolah serta untuk menyeragamkan konsentrasi zat pencemarnya agar hogen dan proses pengolahan air limbah dapat berjalan dengan stabil.

Selain itu dapat juga digunakan sebagai bak aerasi awal pada saat terjadibeban yang besar secara tiba-tiba (*shock load*). Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi umumnya berkisar antara 6 – 10 jam. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 56)

Untuk menghitung volume bak ekualisasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus : } V = T \times Q$$

V : Volume Bak Ekualisasi ( $\text{m}^3$ )

T : Waktu Tinggal (Jam)

Q : Debit Air Limbah ( $\text{m}^3$  /jam).

Dimensi bak ekualisasi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Rumus : } \frac{rt}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

rt : Retention Time (Waktu Tunggu)

Q : Debit Air Limbah

f. Bak Sedimentasi

Bak Sedimentasi ini merupakan unit pengolahan pertama yang dilalui oleh limbah cair yang sudah diseimbangkan debitnya dari unit ekualisasi. Bagian bawah bak sedimentasi ini berbentuk kerucut yang berfungsi mengumpulkan lumpur yang telah diendapkan pada unit ini. Lumpur tersebut akan dialirkan setiap harinya ke sludge collector, dan di sludge collector, lumpur akan diolah menggunakan filterpress.

g. Bak Pengendapan Awal

Bak pengendapan awal berfungsi untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, *Sludge* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

Bak pengendap awal berfungsi untuk mengendapkan atau menghilangkan kotoran padatan tersuspensi yang ada di dalam air limbah. Kotoran atau polutan yang berupa padatan tersuspensi misalnya lumpur anorganik seperti tanah liat akan mengendap di bagian dasar bak pengendap. Kotoran padatan tersebut terutama yang berupa lumpur anorganik tidak dapat terurai secara biologis, dan jika tidak dihilangkan atau diendapkan akan menempel pada permukaan media biofilter sehingga menghambat transfer oksigen ke dalam lapisan biofilm, dan mengakibatkan dapat menurunkan efisiensi pengolahan. Bak pengendap awal dapat berbentuk segi empat atau lingkaran.

Pada bak ini aliran air limbah dibuat agar sangat tenang untuk memberi kesempatan padatan/suspensi untuk mengendap. Kriteria-kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak pengendap awal antara lain adalah waktu tinggal hidrolis, beban permukaan (surface loading), dan kedalaman bak.

Waktu Tinggal Hidrolik (Hydraulic Retention Time, WTH) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bak dengan kecepatan seragam yang sama dengan aliran rata-rata per hari. Waktu tinggal dihitung dengan membagi volume bak dengan laju alir masuk, satuannya jam. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 60)

Nilai waktu tinggal adalah

$$T = 24 V/Q$$

Dimana :

T = waktu tinggal (jam)

V = volume bak (m<sup>3</sup>)

Q = laju rata-rata harian (m<sup>3</sup> per hari)

Beban permukaan (surface loading), sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak, satuannya m<sup>3</sup> per meter persegi per hari.

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

Dimana :

V<sub>o</sub> = laju limpahan / beban permukaan (m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> perhari)

Q = aliran rata-rata harian (m<sup>3</sup> per hari)

A = total luas permukaan (m<sup>2</sup>)

Bak pengendap awal atau primer yakni bak pengendap tanpa bahan kimia yang digunakan untuk mengmisahkan atau mengendapkan padatan organik atau anorganik yang tersuspensi di dalam air limbah. Umumnya dipasang sebelum proses pengolahan sekunder atau proses pengolahan secara biologis

#### h. Biofilter Anaerob

Di dalam bak kontak anaerob tersebut diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon. Jumlah bak kontak anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobikataufakultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem *anaerob aerob* biofilter, kolam *anaerob* merupakan unit yang mana didalamnya terjadi proses penguraian air limbah secara anaerob oleh bakteri *anaerob*. Di dalam proses pengolahan air limbah secara *anaerob*, akan dihasilkan gas metan, amoniak dan gas H<sub>2</sub>S yang menyebabkan bau busuk. Oleh karena itu untuk pengolahan air limbah rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan unit reaktor biofilter anaerob dibuat tertutup dan dilengkapi dengan pipa pengeluaran gas dan jika perlu dilengkapi dengan filter penghilang bau.

Reaktor biofilter dapat dibuat dari bahan beton bertulang, bahan plat baja maupun dari bahan fiber reinforced plastic (FRP). Untuk raktor biofilter dengan kapasitas yang besar umumnya dibuat dari bahan beton bertulang, sedangkan untuk kapasitas kecil atau sedang umumnya dibuat dari bahan plat

baja yang dilapisi dengan bahan anti karat. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 62)

Didalam reactor *Anaerob* dapat di tambahkan bakteri E4 untuk mempercepat penguraian secara biologi

Untuk menghitung beban BOD yaitu dengan rumus :

$$\text{Beban BOD} = Q \times \text{BOD}^{\text{in}}$$

Untuk menghitung Volume Media yaitu dengan rumus :

$$\text{Volume Media} = \frac{\text{BOD}^{\text{in}}}{\text{BOD}^{\text{std}}}$$

Untuk menghitung Volume Bak yaitu dengan rumus :

(Volume Media 50% dari Volume Bak)

$$\text{Volume Bak} = 2 \times \text{Volume Media}$$

Untuk menghitung Waktu tinggal yaitu dengan rumus :

$$\text{HRT} = \frac{V_{\text{bak}}}{Q} \times 24/\text{Hari}$$

Dimana :

$\text{BOD}^{\text{in}}$  = BOD Masuk

$\text{BOD}^{\text{std}}$  = BOD Standar

Q = Debit Air

$V_{\text{bak}}$  = Volume Bak

HRT = Waktu Tinggal

#### i. Biofilter Aerob

Didalam bak kontraktor aerob disini dengan media khusus dari bahan plastic tipe sarang tawon ,sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media .

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter anaerob-aerob, reaktor biofilter aerobik merupakan unit proses yang dipasang setelah proses biofilter anaerob. Konstruksi reaktor biofilter aerob pada dasarnya sama dengan reaktor biofilter anaerob. Perbedaannya adalah di dalam reaktor biofilter aerob dilengkapi dengan proses aerasi. Proses aerasi umumnya dilakukan dengan menghembuskan udara melalui difuser dengan menggunakan blower udara. Di dalam reaktor biofilter aerob terjadi kondisi aerobik sehingga polutan organik yang masih belum terurai di dalam reaktor biofilter anaerob akan diuraikan menjadi karbon dioksida dan air. Sedangkan amoniak atau amonium yang terjadi pada proses biofilter anaerob akan dioksidasi (proses nitrifikasi) akan diubah menjadi nitrat ( $\text{NH}_4^+\text{NO}_3$ ).

Selain itu gas  $\text{H}_2\text{S}$  yang terbentuk akibat proses anaerob akan diubah menjadi sulfat ( $\text{SO}_4$ ) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilter aerob. Konstruksi reaktor biofilter aerob dapat dibuat dari beton bertulang atau dari bahan plat baja atau bahan lainnya. Bentuk kolam tersebut dapat berbentuk tabung atau persegi. Di dalam kolam tersebut dilengkapi dengan peralatan pemasok udara. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 63)

Didalam reactor *Aerob* dapat di tambahkan bakteri E4 untuk mempercepat penguraian secara biologi

Untuk menghitung beban BOD yaitu dengan rumus :

$$\text{Beban BOD} = Q \times \text{BOD}^{\text{in}}$$

Untuk menghitung Volume Media yaitu dengan rumus :

$$\text{Volume Media} = \frac{\text{BOD}^{\text{in}}}{\text{BOD}^{\text{beban}}}$$

Untuk menghitung Volume Bak Aerob yaitu dengan rumus :

$$\text{Volume Bak Aerob} = \frac{10}{4} \times \text{Volume Media}$$

Untuk menghitung Waktu tinggal yaitu dengan rumus :

$$\text{HRT} = \frac{\text{BOD}^{\text{in}}}{Q} \times 24/\text{Hari}$$

Dimana :

$\text{BOD}^{\text{in}}$  = BOD Masuk

Q = Debit Air

Vbak = Volume Bak

HRT = Waktu Tinggal

j. Bak Pengendapan Akhir

Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung mikro-organisme diendapkan dan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendapan awal dengan pompa sirkulasi lumpur.

Lapisan biofilm yang ada di reaktor biofilter aerob kemungkinan dapat terlepas dan dapat menyebabkan air olahan menjadi keruh. Untuk mengatasi hal tersebut di dalam sistem biofilter anaerob-aerob, air limpasan dari reaktor biofilter aerob dialirkan ke bak pengendap akhir. Bak pengendap akhir berfungsi untuk memisahkan atau mengendapkan kotoran padatan tersuspensi (TSS) yang ada di dalam air limbah agar air olahan IPAL menjadi jernih.

Waktu tinggal hidrolis di dalam bak pengendap akhir umumnya sekitar 2-4 jam. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang berasal dari biofilter anaerob-aerob lebih sedikit dan lebih mudah mengendap, karena ukurannya lebih besar dan lebih berat. Air limpasan (over flow) dari bak pengendap akhir relatif sudah jernih, selanjutnya dialirkan ke bak biokontrol dan selanjutnya dialirkan ke bak klorinasi. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 64)

Untuk menghitung Volume Bak Aerob yaitu dengan rumus :

$$V_{\text{bak}} = \frac{rt}{24 \text{ jam/hari}} \times Q$$

Untuk menghitung Waktu Tinggal rata rata yaitu dengan rumus :

$$\text{HRT}_{\text{rata rata}} = \frac{V_{\text{bak}}}{Q} \times 24 \text{ jam/hari}$$

Untuk menghitung Beban Permukaan yaitu dengan rumus :

$$\text{Beban Permukaan} = \frac{Q}{L \times P}$$

Dimana :

rt = Waktu Tinggal

Q = Debit Air

Vbak = Volume Bak

HRT = Waktu Tinggal

L = Lebar

P = Panjang

## K. Faktor- Faktor Dalam Pengelolaan Limbah

### 1. Debit

Adalah jumlah limbah dalam satuan waktu yang diproses oleh IPAL, Dalam menentukan besarnya debit air limbah diperlukan data berupa jumlah kebutuhan air bersih seluruh kegiatan yang berada di rumah sakit. Pada umumnya 60-85% dari penggunaan air bersih tersebut merupakan air buangan atau air limbah.

$$Q \text{ air limbah} = 80\% \times Q_{\text{air bersih}}$$

$$\frac{\text{volume limbah}}{\text{waktu}}$$

## 2. Ph

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH nya maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam.: (Sugiharto, 2014 31)

## 3. Suhu

Merupakan salah satu parameter yang penting dalam air. Temperatur pada air dapat menentukan besarnya kehadiran spesies biologi dan tingkat aktivitasnya. Pada temperatur yang rendah aktivitas biologi seperti pertumbuhan dan reproduksi akan menjadi lebih lambat. Sebaliknya jika suhu meningkat maka aktivitas biologi juga akan meningkat. Suhu air limbah biasanya lebih tinggi daripada air bersih. Suhu air limbah dipengaruhi oleh kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang dari sisa pendingin mesin pada industri ataupun dari rumah tangga. Pengukuran suhu sangat penting karena kebanyakan instalasi pengolahan air limbah meliputi pengolahan biologis yang tergantung pada suhu. Suhu air limbah biasanya berkisar pada 13-24 C (Sugiharto,1987).

## 4. Waktu tinggal

Untuk mengetahui seberapa efektif bangunan IPAL diperlukan waktu tinggal yang cukup sesuai dengan syarat yang ada.

T=

$$\frac{v}{Q}$$

Menghitung waktu tinggal (Dt):

$$Dt = \frac{\text{volume bak efektif}}{\text{debit limbah}}$$

Dimana= v = volume saluran (m<sup>3</sup>)

T = waktu tinggal (detik)

Q = debit (m<sup>3</sup>/detik)

Berikut ini dapat dilihat kriteria waktu tinggal yang disyaratkan menurut HWWTPP (Hospital Waster Water Treatment Plan Project)

Tabel Kriteria Waktu Tinggal Menurut HWWTPP

No.	Nama Bangunan	Waktu Tinggal
1	Sewage Pit	½ jam
2	Primary Clarifier	2 – 4 jam
3	Biofilter	2 – 4 jam
4	Final Clarifier	2 – 4 jam

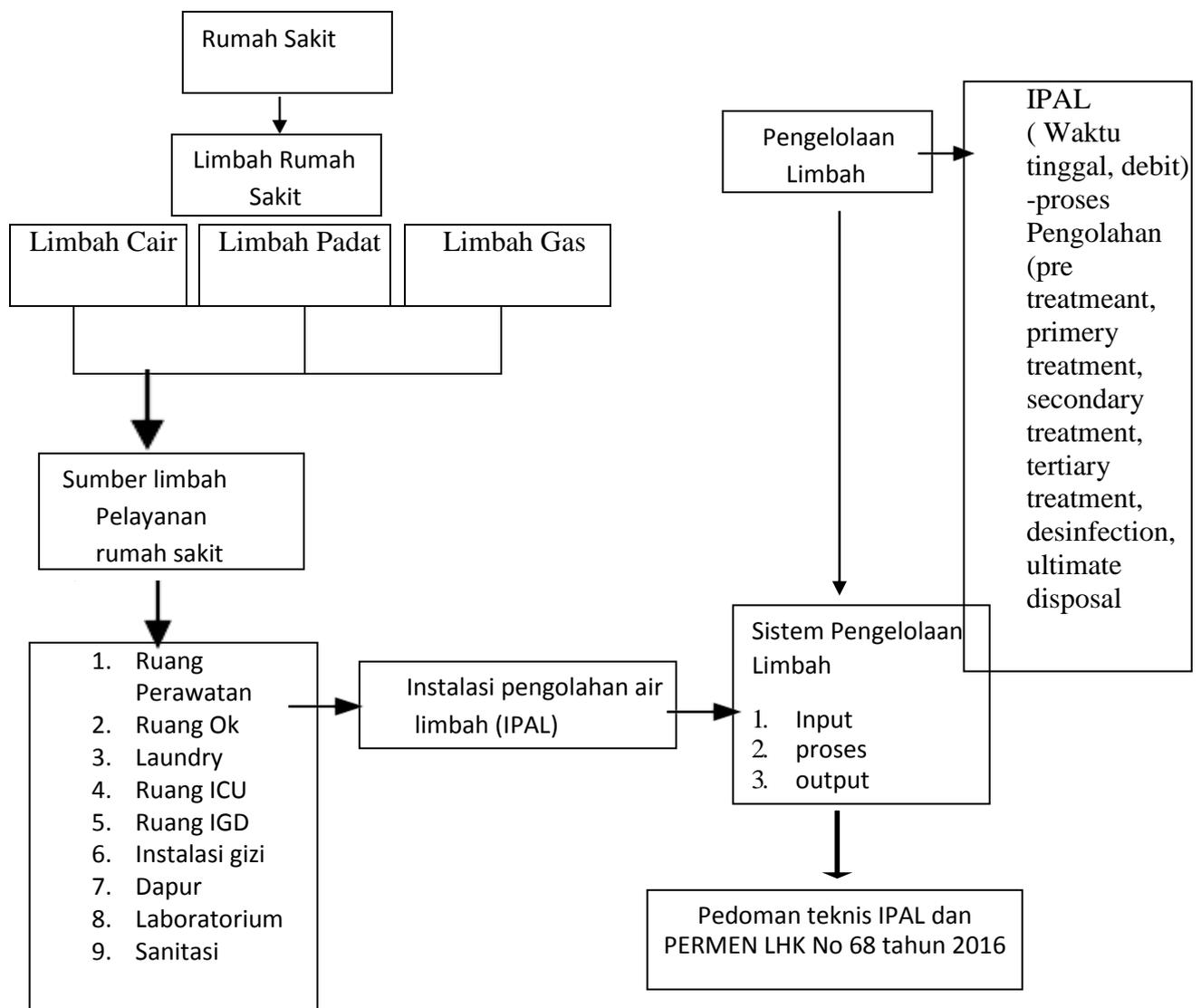
Sumber : HWWTPP, 2001

## L. Hipotesis Penelitian

Sebelum dilakukan penelitian, hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Ada perbedaan kualitas air limbah inlet dan outlet pada instalasi pengolahan air limbah di RSUD Dr. A. Dadi Tjokrodipo Bandar Lampung

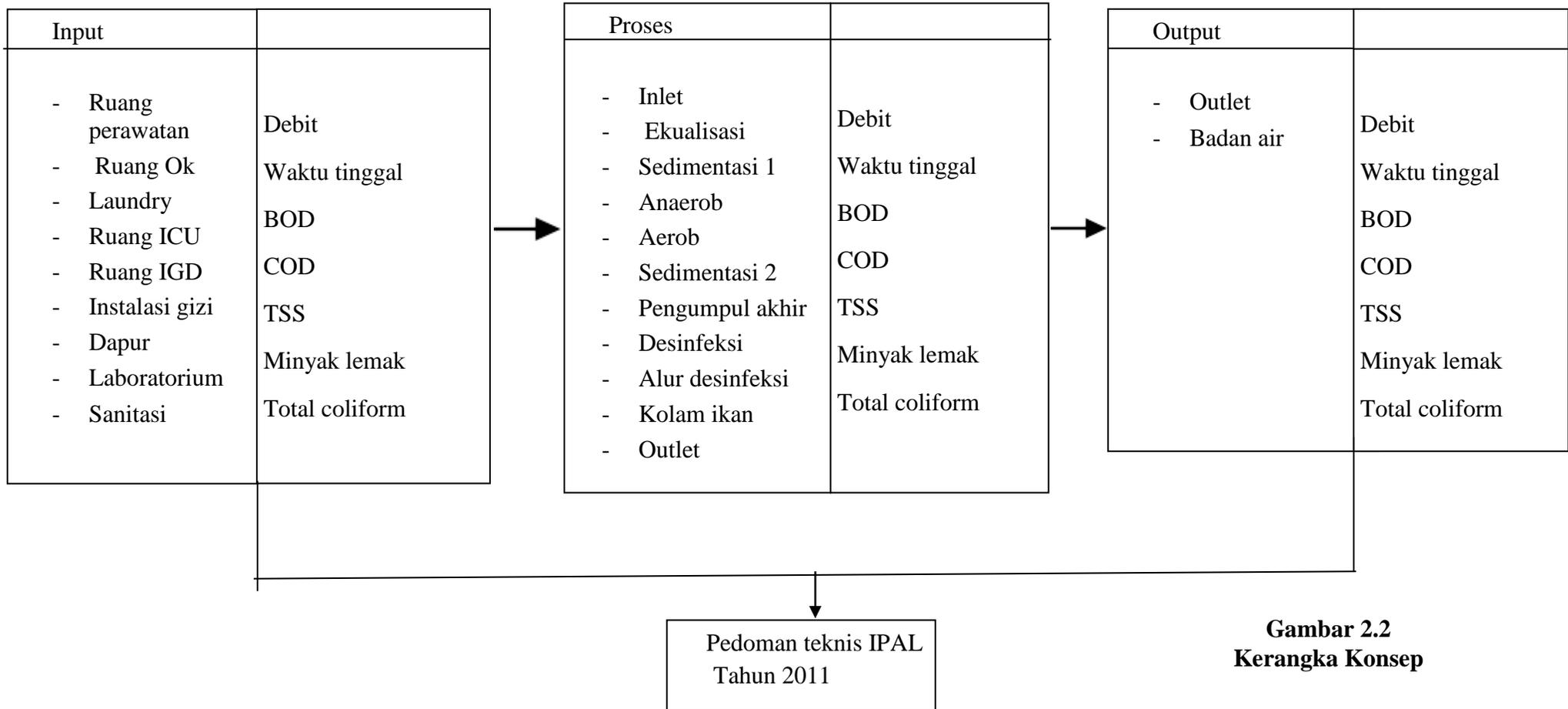
### M. KerangkaTeori



**Gambar 2.1 Kerangka Teori**

Sumber: A.Pruss, et al (2005), Kepmenkes RI No. 432/2007, Permenkes No. 340/2011

## N. Kerangka konsep



**Gambar 2.2**  
**Kerangka Konsep**