

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumah sakit

1. Pengertian rumah sakit

Rumah sakit merupakan suatu institusi yang fungsi utamanya memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat (Depkes RI, 2009). Rumah sakit merupakan salah satu dari sarana kesehatan tempat menyelenggarakan upaya kesehatan. Upaya kesehatan adalah setiap kegiatan untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan, bertujuan untuk mewujudkan derajat kesehatan yang optimal bagi masyarakat (Siregar, 2003).

Rumah sakit merupakan institusi yang integral dari organisasi kesehatan dan organisasi sosial, berfungsi menyediakan pelayanan kesehatan yang lengkap. Rumah sakit juga merupakan pusat latihan bagi tenaga profesi kesehatan dan sebagai pusat penelitian untuk riset kesehatan Menurut Azwar (2002)

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 3 Tahun 2020 Rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat.

2. Berdasarkan jenis rumah sakit

Di Indonesia dikenal tiga jenis rumah sakit yaitu rumah sakit berdasarkan kepemilikannya, rumah sakit berdasarkan jenis pelayanannya dan rumah sakit berdasarkan kelasnya. Berdasarkan kepemilikannya, dibedakan tiga macam rumah

sakit, yaitu (1) rumah sakit pemerintah (RS Pusat, RS Provinsi, RS Kabupaten), RS BUMN/ABRI dan RS Swasta, (2) RS Umum, RS Jiwa, RS Khusus, (3) RS kelas A, B, C dan RS kelas D. Namun, semua RS Kabupaten telah ditingkatkan statusnya menjadi RS Kelas C (Muninjaya, 2004).

Sedangkan Menurut Surat Keputusan Menteri Kesehatan No.031/tahun 1972 rumah sakit diklasifikasikan atas beberapa tingkat yaitu :

- a. Rumah Sakit Type A Rumah sakit dimana ada pelayanan spesialis dan sub spesialis, score pelayanan adalah tingkat nasional dan selain sebagai tempat pelayanan kesehatan, juga digunakan untuk pendidikan dokter spesialis.
- b. Rumah Sakit Type B Rumah Sakit dimana ada pelayanan spesialis minimal 12 spesialis, score pelayanan adalah setingkat propinsi dan selain pelayanan kesehatan juga digunakan untuk pendidikan dokter umum.
- c. Rumah Sakit Type C Adalah rumah sakit yang melaksanakan pelayanan paling sedikit 4 spesialis yaitu : penyakit dalam, kesehatan anak, bedah, kebidanan, kandungan, score pelayanan adalah tingkat kabupaten.
- d. Rumah Sakit Type D Rumah sakit dimana pelaksanaan pelayanan kesehatan yang bersifat umum.
- e. Rumah Sakit type E Rumah sakit khusus baik dari penderita maupun penyakitnya, score pelayanannya pada wilayah tertentu tergantung banyaknya penderita dan penyakit.

3. Sumber limbah cair rumah sakit

Menurut PMK NO 7 TAHUN 2019 Limbah cair yang dihasilkan kegiatan rumah sakit memiliki beban cemaran yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan hidup dan menyebabkan gangguan kesehatan

Untuk limbah cair dari sumber tertentu di rumah sakit yang memiliki karakteristik khusus harus di lengkapi dengan pengolahan awal (*pre-treatment*) sebelum disalurkan menuju IPAL. Limbah cair tersebut meliputi:

- a) Limbah cair dapur gizi dan kantin yang memiliki kandungan minyak dan lemak tinggi harus dilengkapi *pretreatment* berupa bak penangkap lemak/minyak
- b) Limbah cair laundry yang memiliki kandungan bahan kimia dan deterjen tinggi harus dilengkapi *pre-treatment* berupa bak pengolah deterjen dan bahan kimia
- c) Limbah cair laboratorium yang memiliki kandungan bahan kimia tinggi harus dilengkapi *pre-treatment*nya berupa bak pengolah bahan kimia
- d) Limbah cair rontgen yang memiliki perak tinggi harus dilengkapi penampungan sementara dan tahapan penanganan selanjutnya diperlakukan sebagai limbah B3
- e) Limbah cair radioterapi yang memiliki materi bahan radioaktif tertentu harus dilengkapi *pre-treatment* berupa bak penampung untuk meluruhkan waktu paruhnya sesuai dengan jenis bahan radioaktifnya dengan mengikuti ketentuan peraturan perundang-undangan.

B. Air limbah

1. Pengertian air limbah

Menurut Metcalf and Eddy (1991), yang dimaksud air limbah (waste water) adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah (air yang berasal dari daerah permukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri). Limbah merupakan cairan yang dibawa oleh saluran air buangan. Air buangan adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya. Air limbah biasanya mengandung bahan-bahan atau zat yang berbahaya. Bahan-bahan yang berbahaya dapat mengganggu kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian hidup.

Sedangkan menurut Notoatmodjo (2003), air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta menggangu lingkungan hidup.

2. Karakteristik air limbah

a. Karakter Fisika

Karakter fisika air limbah meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterakan dalam skala-skala. Skala temperatur yang biasa digunakan adalah skala Fahrenheit (F°) dan skala celcius (C°). Temperatur merupakan parameter yang penting dalam pengoperasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika. Bau merupakan parameter subjektif. Pengukuran bau tergantung pada sensitivitas indera penciuman seseorang. Pada air limbah, warna

biasanya disebabkan oleh kehadiran materi-materi *diissolved*, *suspended*, dan senyawa-senyawa koloid, yang dapat dilihat dari spektrum warna yang terjadi. (Sakti A. Siregar, 2005 : 20-21)

b. Karakter Kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasikan dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O, N, P, H). Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun atas karbon organik. Karbon anorganik dalam air limbah pada umumnya terdiri atas sand, grit, dan mineral-mineral, baik *suspended* maupun *dissolved*. Misalnya : klorida, ion hidrogen, nitrogen, fosfor, logam berat, dan asam. Gas yang terdapat dalam air limbah biasanya terdiri atas oksigen, nitrogen, karbondioksida, hidrogen sulfida, amonia, dan metana. (Sakti A. Siregar, 2005 : 20-21)

c. Karakter Biologis

Mikroorganisme di ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 10^5 - 10^8 organisme/ml. Kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme dan reproduksi). Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologi. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas limbah. (Sakti A. Siregar, 2005 : 20-21)

3. Karakteristik air limbah yang di ukur

d. Temperatur/Suhu

Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterakan dalam skala-skala. Skala temperatur yang biasa digunakan adalah skala Fahrenheit (Fo) dan skala celcius (Co). Temperatur merupakan parameter yang penting dalam pengoperasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika. (Sakti A.Siregar, 2005 : 20)

e. PH

pH limbah cair adalah kondisi keasaman (konsentrasi ion hidrogen) air limbah, skala PH berkisar 1-14; kisaran PH 1-7 termasuk kondisi asam, PH 7-14 termasuk kondisi basa, dan PH 7 adalah kondisi netral. (Sakti A. Siregar, 2005 : 21)

f. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia. Nilai BOD bermanfaat untuk mengetahui apakah air limbah tersebut mengalami biodegradasi atau tidak, yakni dengan membuat perbandingan anatar nilai BOD dan COD. Oksidasi berjalan sangat lambat dan secara teoritis memerlukan waktu yang tak terbatas. Dalam waktu 5 hari (BOD₅), oksidasi organik karbon akan mencapai 60%-70% dan dalam waktu 20 hari akan mencapai 95%. (Sakti A. Siregar, 2005 : 22)

g. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah kebutuhan oksigen dalam proses oksidasi secara kimia, Nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD karena kebanyakan senyawa lebih

mudah teroksidasi secara kimia daripada biologi. Pengukuran COD membutuhkan waktu yang lebih cepat, yakni dapat dilakukan selama tiga jam, sedangkan pengukuran BOD paling tidak membutuhkan waktu lima hari. Jika korelasi antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui. (Sakti A. Siregar, 2005 : 23)

h. Padatan padatan

Yaitu TS (total solid), SS (suspended solid), dan DS (dissolved solid) kondisinya sebagai fraksi volatil dan fixed dapat di gunakan untuk menentukan kepekatan air limbah ,efisiensi proses dan beban unit proses, pengukuran yang bervariasi terhadap konsentrasi di perlukan untuk menjamin kemandapan proses control. (Sakti A. Siregar, 2005 : 22)

i. Minyak dan lemak

Minyak dan lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah.Kandungan zat minyak dan lemak dapat ditentukan melalui contoh air limbah dengan heksana.Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol.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, 1987).

4. Baku mutu air limbah rumah sakit

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. Parameter Limbah Pelayanan Kesehatan

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum (mg/L)
Fisika		
Suhu	°C	38
Zat padat terlarut	mg/L	2000
Zat padat tersuspensi	mg/L	200
Kimia		
Ph	-	6 – 9
BOD ₅	mg/L	50
COD	mg/L	80
TSS	mg/L	30
Minyak dan lemak	mg/L	10
MBAS	mg/L	10
Amonia Nitrogen	mg/L	10
Total coliform	MPN/100 ml	5000

(Sumber : Lampiran Permen LH No.5 Tahun 2014)

5. Dampak buruk yang di timbulkan air limbah

a. Gangguan Terhadap Kesehatan

Air limbah dihasilkan dari proses kegiatan rumah sakit mengandung bibit penyakit dan bahan/zat-zat yang sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia

yang dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti : radang usus, cholera(vibrio cholera), hepatitis(virus), scistosoma Sp (skistosomiasis), amuba disentri (entamuba histolitika), dan bermacam-macam bakteri pathogen.

b. Gangguan Terhadap Kehidupan Biotik

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada didalam air maka kadar BOD dan COD tinggi sehingga menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang larut di dalam air limbah, selain itu juga menimbulkan endapan dan koloidal yang berasal dari buangan yang berbentuk padat. Endapan yang belum sampai ke dasar sungai akan melayang di dalam air bersama-sama dengan koloidal sehingga akan menghalangi masuknya sinar matahari kedalam lapisan air dan kehidupan mikroorganismen sungai sangat terganggu.

c. Gangguan Terhadap Keindahan

Pembuangan air limbah berupa bahan organik dalam jumlah besar akan menimbulkan bau yang tidak sedap.

d. Gangguan Terhadap Kerusakan Benda

Apabila air limbah memiliki kadar pH yang bersifat asam atau basa, akan mengakibatkan rusaknya benda-benda yang dilalui limbah tersebut. Misalnya, air limbah yang kadar Ph nya rendah akan bersifat korosif terhadap pipa-pipa penyaluran. (Sugiharto, 1987: 41)

C. Instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

1. Pengertian instalasi pengolahan air limbah (ipal)

instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (wastewater treatment plant, WWTP), adalah sebuah struktur yang dirancang untuk membuang limbah biologis

dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain (Frank, 2008)

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 (Anonym, 2011)

2. Teknologi pengolahan air limbah

j. Pengolahan air limbah dengan proses biologi

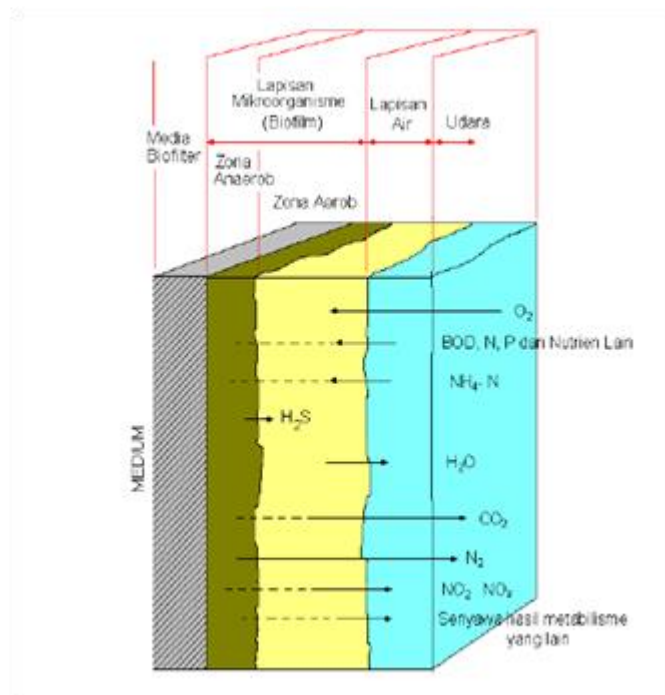
- 1) Proses biologis dengan biakan tersuspensi adalah sistem pengolahan dengan menggunakan aktifitas mikro-organisme untuk menguraikan senyawa polutan yang ada dalam air dan mikroorganisme yang digunakan dibiakkan secara tersuspensi di dalam suatu reaktor. Beberapa contoh proses pengolahan dengan sistem ini antara lain : proses lumpur aktif standar atau konvensional (standard activated sludge), step aeration, contact stabilization, extended aeration, oxidation ditch (kolam oksidasi sistem parit) dan lainnya.
- 2) Proses biologis dengan biakan melekat yakni proses pengolahan limbah dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Proses ini disebut juga dengan proses film mikrobiologis atau proses biofilm. Beberapa contoh teknologi pengolahan air limbah dengan cara ini antara lain : trickling filter, biofilter tercelup, reaktor kontak biologis putar (rotating biological contactor , RBC), contact aeration/oxidation (aerasi kontak) dan lainnya.

- 3) Proses pengolahan air limbah secara biologis dengan lagoon atau kolam adalah dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama sehingga dengan aktifitas mikro-organisme yang tumbuh secara alami, senyawa polutan yang ada dalam air akan terurai. Untuk mempercepat proses penguraian senyawa polutan atau memperpendek waktu tinggal dapat juga dilakukan proses aerasi. Salah satu contoh proses pengolahan air limbah dengan cara ini adalah kolam aerasi atau kolam stabilisasi (stabilization pond). Proses dengan sistem lagoon tersebut kadang-kadang dikategorikan sebagai proses biologis dengan biakan tersuspensi.

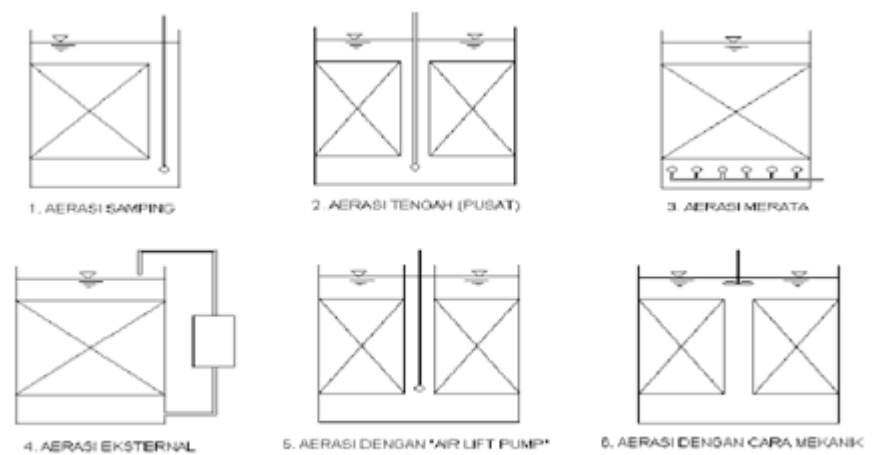
k. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilter Tercelup

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter tercelup dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang di dalamnya diisi dengan media penyangga untuk pengebangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen. Posisi media biofilter tercelup di bawah permukaan air.

Gambar 1. Mekanisme Proses Metabolisme Di Dalam Sistem Biofilm.
Disesuaikan dari Viessman and Hamer, (1985), Hikami, (1992)



Gambar 2. Beberapa Metoda Aerasi Untuk Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Tercelup.



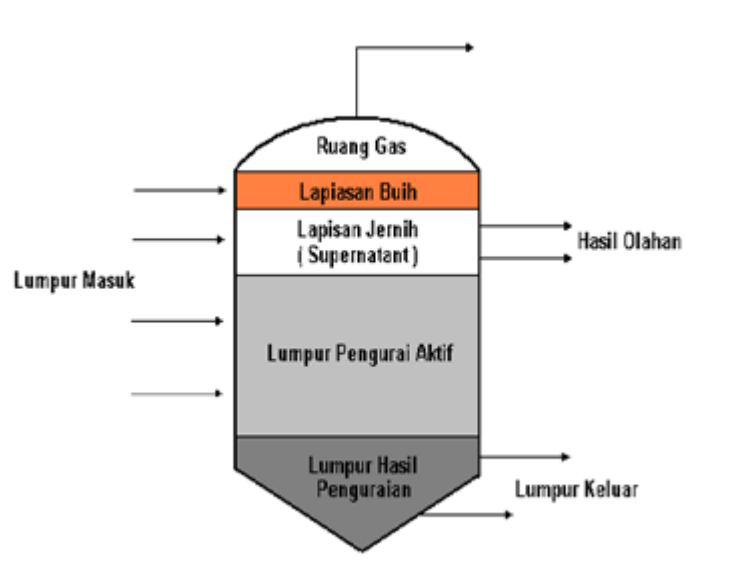
1. Pengolahan air limbah dengan Proses Biofilter Anaerob

Secara garis besar penguraian senyawa organik secara anaerob dapat di bagi menjadi dua yakni penguraian satu tahap dan penguraian dua tahap.

1) Penguraian satu tahap

Penguraian anaerobik membutuhkan tangki fermentasi yang besar, memiliki pencampur mekanik yang besar, pemanasan, pengumpul gas, penambahan lumpur, dan keluaran supernatan (Metcalf dan Eddy, 1991). Penguraian lumpur dan pengendapan terjadi secara simultan dalam tangki. Stratifikasi lumpur dan membentuk lapisan berikut dari bawah ke atas : lumpur hasil penguraian, lumpur pengurai aktif, lapisan supernatan (jernih), lapisan buih (skum), dan ruang gas.

Gambar 3. Penguraian Anaerob Satu Tahap

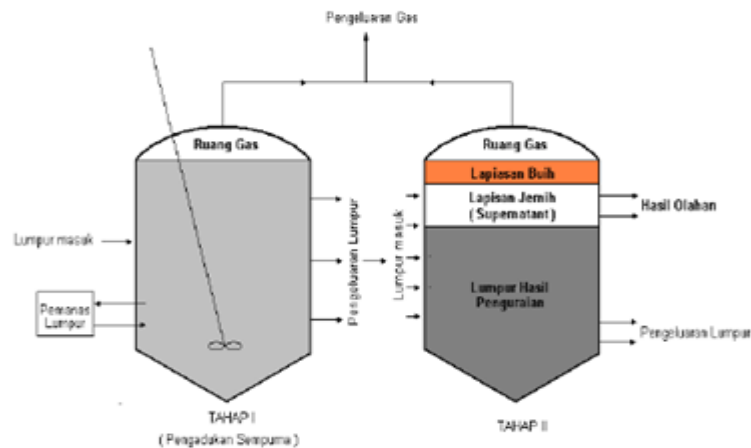


2) Penguraian dua tahap

Proses ini membutuhkan dua tangki pengurai (reaktor) yakni satu tangki berfungsi mencampur secara terus-menerus dan pemanasan untuk

stabilisasi lumpur, sedangkan tangki yang satu lagi untuk pemekatan dan penyimpanan sebelum dibuang ke pembuangan. Proses ini dapat menguraikan senyawa organik dalam jumlah yang lebih besar dan lebih cepat.

Gambar 4. Penguraian Anaerob Dua Tahap



m. Pengolahan air limbah dengan Proses Biofilter Aerob

Berbeda dengan proses anaerob, beban pengolahan pada proses aerob lebih rendah, sehingga prosesnya ditempatkan sesudah proses anaerob. Pada proses aerob hasil pengolahan dari proses anaerob yang masih mengandung zat organik dan nutrisi diubah menjadi sel bakteri baru, hidrogen maupun karbondioksida oleh sel bakteri dalam kondisi cukup oksigen.

n. Pengolahan air limbah dengan Proses Biofilter Anaerob Aerob

Pengolahan air limbah dengan proses Biofilter Anaerob-Aerob adalah proses pengolahan air limbah dengan cara menggabungkan proses biofilter anaerob dan proses biofilter anaerob. Dengan menggunakan proses biofilter

anaerob, polutan organik yang ada di dalam air limbah akan terurai menjadi gas karbon dioksida dan metan tanpa menggunakan energi (blower udara), tetapi amoniak dan gas hidrogen sulfida (H_2S) tidak hilang. Oleh karena itu jika hanya menggunakan proses biofilter anaerob saja hanya dapat menurunkan polutan organik (BOD, COD) dan padatan tersuspensi (TSS). Agar supaya hasil air olahan dapat memenuhi baku mutu maka air olahan dari proses biofilter anaerob selanjutnya diproses menggunakan biofilter aerob. Dengan proses biofilter aerob polutan organik yang masih tersisa akan terurai menjadi gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), amoniak akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, sedangkan gas H_2S akan diubah menjadi sulfat.

3. Tahap pengolahan air limbah

Secara urutan proses dapat dibagi menjadi dua yaitu pengolahan primer dan pengolahan sekunder.

a. Pengolahan primer

- 1) Bak pengumpul,
- 2) Screen atau saringan untuk memisahkan kotoran padat,
- 3) Bak pemisah pasir atau grid chamber,
- 4) Bak pemisah minyak/lemak atau grease trap,
- 5) Bak ekualisasi.

b. Pengolahan sekunder

Sedangkan pengolahan sekunder merupakan unit atau peralatan standard yang digunakan dalam biofilter anaerob aerob meliputi:

- 1) Bak pengendapan Awal.
- 2) Kolam anaerob biofilter tempat penguraian air limbah oleh mikroorganisme secara anaerob

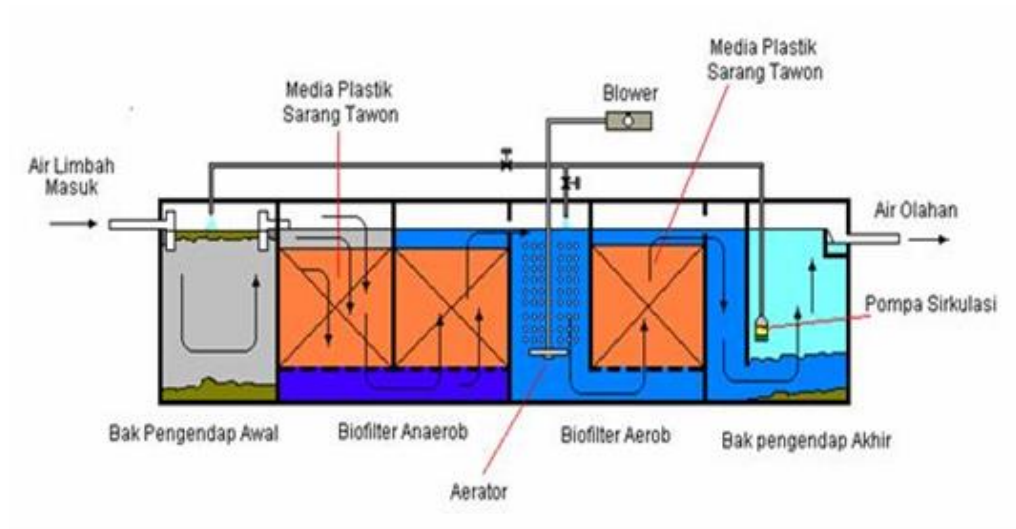
- 3) Kolam Aerob Biofilter tempat penguraian air limbah dengan mikroorganisme secara aerob
- 4) Bak Pengendapan Akhir.
- 5) Peralatan pemasok udara seperti blower dan difuser udara.
- 6) Sistem pengadukan seperti untuk membuat campuran mikroorganisma dan air limbah homogen serta tidak mencegah pengendapan lumpur dalam kolam aerob biofilter. Sistem ini tidak perlu digunakan apabila suplai udara dalam kolam tersebut sudah cukup besar dan tidak terjadi pengendapan. Udara disalurkan melalui pompa blower (diffused) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di media kolam aerob biofilter.

4. Perencanaan pengolahan air limbah pelayanan kesehatan (rumah sakit)

a. Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anaerob Aerob

Seluruh air limbah dialirkan masuk ke bak pengumpul atau bak ekualisasi, selanjutnya dari bak ekualisasi air limbah dipompa ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (sludge digestion) dan penampung lumpur.

Gambar 5. Diagram Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob



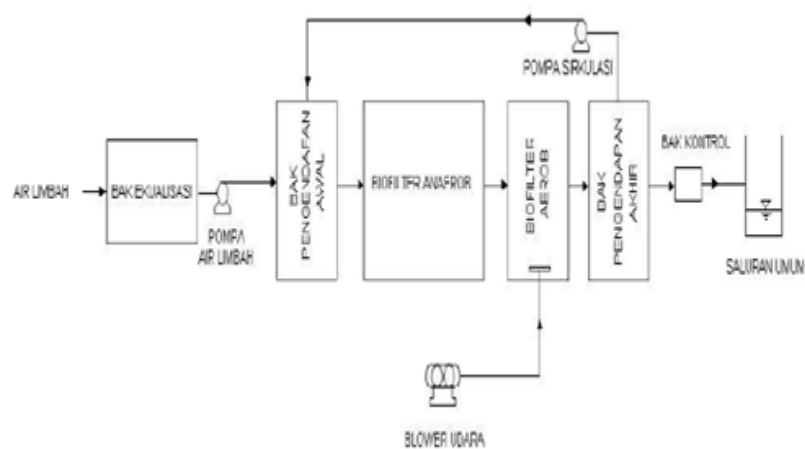
Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor biofilter anaerob. Di dalam reaktor biofilter anaerob tersebut diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon. Reaktor biofilter anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganismenya. Mikroorganismenya inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Air limpasan dari reaktor biofilter anaerob dialirkan ke reaktor biofilter aerob. Di dalam reaktor biofilter aerob ini diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon, sambil diberikan aerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikroorganismenya yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan mikroorganismenya yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal

tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan amonia menjadi lebih besar. Proses ini sering di namakan Aerasi Kontak (Contact Aeration).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak pengendap akhir sebagian air limbah dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak biokontrol dan selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor khlor untuk proses disinfeksi. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikro-organisme patogen. Air olahan/efluen, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), amonia, deterjen, padatan tersuspensi (SS), phospat dan lainnya.

Gambar 6. Skema Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob



b. Keunggulan Proses dengan Biofilter “Anaerob-Aerob”

Beberapa keunggulan proses pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob-aerob antara lain yakni

- 1) Pengelolaannya sangat mudah.
- 2) Tidak perlu lahan yang luas.
- 3) Biaya operasinya rendah.
- 4) Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, Lumpur yang dihasilkan relatif sedikit.
- 5) Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan eutropikasi.
- 6) Suplai udara untuk aerasi relatif kecil.
- 7) Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.
- 8) Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.

c. Proses Pengolahan Air Limbah Fasilitas Kesehatan (Rumah Sakit) Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob

- 1) Bak pemisah lemak tersebut berfungsi untuk memisahkan lemak atau minyak yang masih tersisa serta untuk mengendapkan kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tak dapat terurai secara biologis.
- 2) Selanjutnya limpasan dari bak pemisah lemak dialirkan ke bak ekualisasi yang berfungsi sebagai bak penampung limbah dan bak kontrol aliran. Air limbah di dalam bak ekualisasi selanjutnya dipompa ke unit IPAL.
- 3) Di dalam unit IPAL tersebut, pertama air limbah dialirkan masuk ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi

sebagai bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

- 4) Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak anaerob (biofilter Anaerob). Di dalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media khusus dari bahan plastik tipe sarang tawon. Di dalam reaktor Biofilter Anaerob, penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau fakultatif aerobik. Disini zat organik akan terurai menjadi gas metan dan karbon dioksida tanpa pemberian udara. Air limpasan dari reaktor biofilter anaerob dialirkan ke reaktor biofilter aerob.
- 5) Didalam reaktor biofilter aerob diisi dengan media sambil dihembus dengan udara. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikro-organisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap awal.
- 6) Dari reaktor biofilter aerob air limbah dialirkan ke bak pengendapan akhir dan air limpasannya dialirkan ke bak khlorinator untuk proses disinfeksi. Sebagian air di dalam bak pengendap akhir disirkulasikan kembali ke bak pengendapan awal.

d. Unit Pengumpul Air Limbah

1) Jaringan Pengumpul Air Limbah

Unit ini berfungsi untuk mengumpulkan air limbah dari berbagai sumber. Limbah cair / air limbah yang dikeluarkan oleh fasilitas pelayanan kesehatan bersumber dari hasil berbagai macam kegiatan antara lain kegiatan dapur, laundry,

rawat inap, ruang operasi, kantor, laboratorium, air limpasan tangki septik, air hujan dan lainnya. Pada dasarnya pengelolaan limbah cair / air limbah fasilitas kesehatan disesuaikan dengan sumber serta karakteristik limbahnya.

Untuk limbah cair / air limbah yang berasal dari dapur, laundry, kantor, ruang rawat inap, ruang operasi, air limpasan tangki septik umumnya mengandung polutan senyawa organik yang cukup tinggi sehingga proses pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis. Untuk limbah cair / air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Oleh karena itu untuk pengelolaan limbah cair / air limbah fasilitas pelayanan kesehatan yang berasal dari laboratorium perlu dilakukan pengolahan dengan cara dipisahkan dan ditampung terlebih dahulu, kemudian diolah secara kimia-fisika, selanjutnya air olahannya dialirkan bersama-sama dengan air limbah yang lain, dan selanjutnya diolah dengan proses pengolahan secara biologis

Pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan cara gravitasi, dengan cara pemompaan atau dengan kombinasi aliran gravitasi dan pemompaan. Sistem pembuangan air limbah dari dalam bangunan dapat dilakukan dengan dua cara yakni :

a) Sistem Campuran.

Yaitu sistem pembuangan, dimana air limbah dan air bekas dikumpulkan dan dialirkan ke dalam suatu saluran.

b) Sistem terpisah.

Yaitu sistem pembuangan, dimana air limbah dan air bekas masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah. Sistem pembuangan air limbah disambungkan ke IPAL, dan sistem pembuangan air bekas disambungkan ke riol umum bila dimungkinkan.

Cara pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni :

a) Sistem gravitasi.

Sistem ini dapat digunakan untuk mengalirkan air limbah dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran IPAL atau saluran umum yang letaknya lebih rendah.

b) Sistem bertekanan.

Bila IPAL letaknya lebih tinggi dari letak saluran pembuangan air limbah, air limbah dikumpulkan lebih dahulu dalam suatu bak penampungan atau bak kontrol kemudian dipompakan ke IPAL

c) Sistem gabungan kombinasi aliran gravitasi dan pemompaan

2) Bak kontrol

a) Limbah akan mengendap pada dasar dari dinding pipa pembuangan setelah digunakan untuk jangka waktu lama. Di samping itu kadang-kadang ada juga benda-benda kecil yang sengaja atau tidak jatuh dan masuk ke dalam pipa. Semuanya itu akan menyebabkan tersumbatnya pipa, sehingga perlu dilakukan tindakan pengamanan.

b) Pada saluran pembuangan di halaman perlu dipasang bak kontrol.

c) Untuk pipa yang ditanam dalam tanah, bak kontrol yang lebih besar akan memudahkan pekerjaan pembersihan pipa. Penutup bak

kontrol harus rapat agar tidak membocorkan gas dan bau dari dalam pipa pembuangan.

3) Bak Pengumpul Air Limbah

Jika sumber limbah terpecah-pecah dan tidak memungkinkan untuk dialirkan secara gravitasi maka pengumpulan air limbah dari sumber yang berdekatan dapat dikumpulkan terlebih dahulu ke dalam suatu bak pengumpul, selanjutnya di pompa ke bak pemisah minyak/lemak atau bak ekualisasi. Bak pengumpul dapat juga berfungsi untuk memisahkan pasir atau lemak serta kotoran padatan yang dapat menyebabkan hambatan terhadap kinerja pompa.

4) 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 purpose 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, nozzle, 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.

5) 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 scrr) jarak antar batang 32 – 100 mm.

Saringan halus (fine screen) terdiri dari fixed screen dan movable screen. Fixed atau static screen dipasang permanen dengan posisi vertikal, miring atau horizontal. Movable screen dibersihkan harus secara berkala. Kedua tipe saringan halus tersebut juga dapat menghilangkan padatan tersuspensi, lemak dan kadang dapat meningkatkan oksigen terlarut (DO level) air limbah

6) 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).

7) Bak Pemisah Lemak (Grease Removal)

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.

8) Bak Ekualisasi

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 terjadi beban yang besar secara tiba-tiba (shock load).

Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi umumnya berkisar antara 6 – 10 jam. Untuk menghitung volume bak ekualisasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Volume Bak Ekualisasi (m³) = Waktu Tinggal (Jam) x Debit Air Limbah (m³ /jam)

9) Pompa Air Limbah

Ada dua tipe pompa yang sering digunakan untuk pengolahan air limbah yaitu tipe pompa celup/benam (submersible pump) dan pompa sentrifugal. Pompa celup/benam umumnya digunakan untuk mengalirkan air limbah dengan head yang tidak terlalu besar, sedangkan untuk head yang besar digunakan pompa sentrifugal.

10) Bak Pengendap Awal

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.

11) Reaktor Biofilter Anaerob

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 H₂S 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.

12) Reaktor Biofilter Aerob

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 ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$). Selain itu gas H_2S yang terbentuk akibat proses anaerob akan diubah menjadi sulfat (SO_4) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilter aerob.

13) Bak Pengendap Akhir

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.

14) Peralatan Pemasok Udara

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem anaerobik aerobik biofilter, harus dilengkapi dengan peralatan pemasok udara atau oksigen untuk proses aerasi di dalam kolam aerobik biofilter. Sistem aerasi dapat dilakukan dengan menggunakan blower dan difuser atau dengan sistem aerasi mekanik misalnya dengan aerator permukaan.

15) Bak Biokontrol

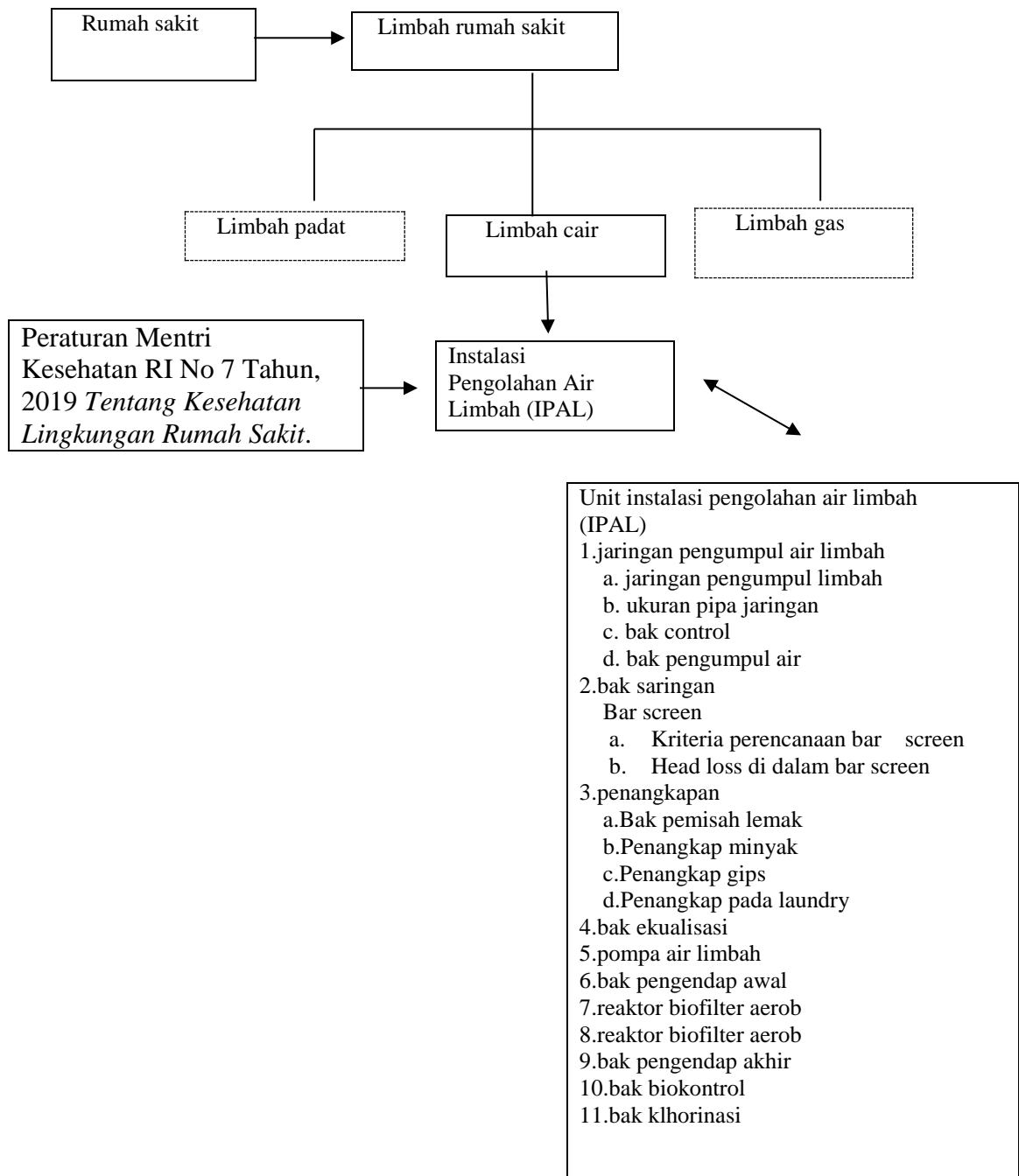
Bak biokontrol adalah bak kontrol kualitas air olahan secara alami dengan menggunakan indikator biologis. Di dalam bak biokontrol biasanya ditaruh ikan mas atau ikan yang biasa hidup di air yang bersih. Bak biokontrol ini berfungsi untuk mengetahui secara cepat apakah air hasil olahan IPAL cukup baik atau belum. Jika ikan yang ada di dalam bak biokontrol hidup berarti air olahan IPAL relatif baik dan jika ikan yang ada di dalam bak biokontrol mati berarti air olahan IPAL buruk. Meskipun ikan di dalam bak biokontrol hidup belum berarti air olahan sudah memenuhi baku mutu. Untuk mengetahui apakah air olahan sudah memenuhi baku mutu atau belum harus dianalisa di laboratorium.

16) Bak Khlorinasi

Fungsi bak khlorinasi adalah untuk mengontakkan senyawa disinfektan dengan air limbah untuk membunuh mikroorganisma patogen di dalam air limbah. Senyawa disinfektan yang sering digunakan adalah senyawa khlorin misalnya kalsium hipokhlorit atau natrium hipokhlorit. Waktu kontak atau waktu tinggal di dalam bak khlorinasi berkisar antara 10-15 menit.

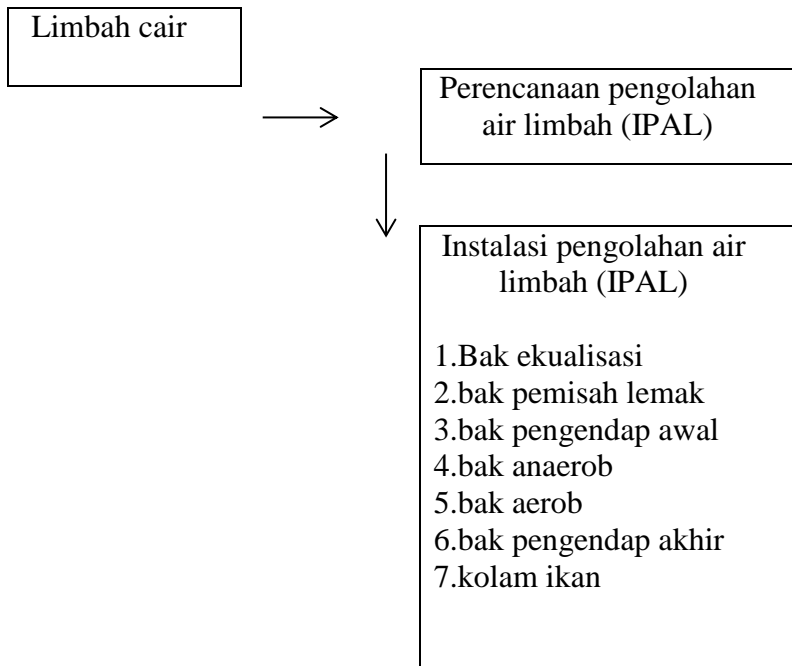
Cara pembubuhan senyawa disinfektan dapat dilakukan dengan menggunakan pompa dosing atau secara manual dengan pembubuhan secara gravitasi. Selain untuk proses desinfeksi pembubuhan senyawa khlorin adalah untuk mereaksikan amoniak menjadi khloramine.

D. Kerangka Teori



Sumber : Pedoman teknis IPAL pelayanan kesehatan kemenkes RI, 2011

E. Kerangka Konsep



F. Definisni Operasional

no	variabel	pengertian	Cara ukur	Alat ukur	Hasil ukur	skala
1	Sumber limbah	Sumber limbah adalah suatu tempat yang kegiatannya menghasilkan limbah	Observasi	Wawancara dan observasi	Rencana operasional	Nominal
2	Debit limbah cair	Banyaknya jumlah air yang mengalir pada suatu saluran dalam satuan waktu	Perhitungan	Rumus dan flow meter	Liter / detik	Ratio
3	Kriteria perencanaan IPAL system biofilter aerob anaerob	Kriteria perencanaan IPAL adalah perencanaan instalasi pengelolaan air limbah yang meliputi unit pengumpul air limbah	Perhitungan	Pensil, kertas, kalkulator	Perencanaan IPAL	Ratio
4	Desain IPAL	Cara menggambar yang dibuat dengan cara – cara, ketentuan dan aturan yang telah di sepakati	Penetapan secara teoritis	Menggunakan software Autocad 2007	Gambar dengan skala centimeter (cm)	Interval

Table 2.definisni operasional