

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Puskesmas

1. Definisi Puskesmas

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 43 tahun 2019, Puskesmas adalah fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat dan upaya kesehatan perseorangan tingkat pertama, dengan lebih mengutamakan upaya promotif dan preventif di wilayah kerjanya.

Berdasarkan prinsip teknologi tepat guna sebagaimana dimaksud Peraturan Menteri Kesehatan No 43 tahun 2019, Puskesmas menyelenggarakan Pelayanan Kesehatan dengan memanfaatkan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan pelayanan, mudah dimanfaatkan, dan tidak berdampak buruk bagi lingkungan

2. Jenis pelayanan Puskesmas

Puskesmas nonrawat inap sebagaimana dimaksud merupakan Puskesmas yang menyelenggarakan pelayanan rawat jalan, perawatan di rumah (*home care*), dan pelayanan gawat darurat. Puskesmas nonrawat inap dapat menyelenggarakan rawat inap pada pelayanan persalinan normal.

Tabel 2.1

Jumlah Dan Jenis Ruang Di Puskesmas

| No | Nama Ruang | Keterangan |
|-----------------|--|---|
| Ruang Kantor | | |
| 1. | Ruang administrasi | |
| 2. | Ruang kantor untuk karyawan | |
| 3. | Ruang Kepala Puskesmas | |
| 4. | Ruang rapat/diskusi | Dapat digunakan untuk kegiatan lain dalam mendukung pelayanan kesehatan (ruang multifungsi) |
| Ruang Pelayanan | | |
| 5. | Ruang pendaftaran dan rekam medis | Terdapat pemisahan/prioritas antrian pendaftaran bagi ibu hamil, penyandang disabilitas dan lansia |
| 6. | Ruang pemeriksaan umum | |
| 7. | Ruang tindakan dan gawat darurat | |
| 8. | Ruang KIA, KB dan imunisasi | Ruang KIA, KB dan imunisasi juga digunakan untuk pemeriksaan anak sakit (pelayanan MTBS) dan pemeriksaan tumbuh kembang |
| 9. | Ruang pemeriksaan khusus | Dapat digunakan untuk memeriksa pasien yang berisiko menularkan penyakit dan pasien yang memerlukan akses khusus seperti TB, HIV/AIDS, dan lain-lain. |
| 10. | Ruang kesehatan gigi dan mulut | |
| 11. | Ruang Komunikasi Informasi dan Edukasi (KIE) | Dipergunakan juga untuk konsultasi dan konseling |
| 12. | Ruang farmasi | Sesuai dengan Standar Pelayanan Kefarmasian di Puskesmas |
| 13. | Ruang persalinan | Pada Puskesmas yang mampu memberikan pelayanan persalinan normal. |

| | | |
|------------------------|---|---|
| | | Jumlah tempat tidur berdasarkan analisis kebutuhan pelayanan persalinan dan ketersediaan sumber daya |
| 14. | Ruang rawat pasca persalinan | Pada Puskesmas yang mampu memberikan pelayanan persalinan normal. Jumlah tempat tidur berdasarkan analisis kebutuhan pelayanan persalinan dan ketersediaan sumber daya Ibu dan bayi di rawat gabung dalam satu ruang. |
| 15. | Ruang laboratorium | Sesuai dengan Standar Pelayanan Laboratorium di Puskesmas |
| Ruang Penunjang | | |
| 16. | Ruang tunggu | Diprioritaskan untuk ibu hamil, penyandang disabilitas dan lansia |
| 17. | Ruang ASI | |
| 18. | Ruang sterilisasi | |
| 19. | Ruang cuci linen | |
| 20. | Ruang penyelenggaraan makanan (dapur/pantry) | Dapat memiliki fungsi hanya sebagai tempat penyajian makanan |
| 21. | Gudang umum | |
| 22. | Kamar mandi/WC (laki-laki dan perempuan terpisah) | Dikondisikan untuk dapat digunakan oleh penyandang disabilitas dan lansia. |
| 23. | Rumah dinas tenaga kesehatan | Merupakan rumah jabatan tenaga kesehatan dan berjumlah paling sedikit 3 (tiga) unit, sebaiknya di lingkungan Puskesmas. |
| 24. | Parkir kendaraan roda 2 dan 4 serta garasi untuk ambulans | |

| | | |
|--|------------------------|--|
| | dan Puskesmas keliling | |
|--|------------------------|--|

3. Limbah Puskesmas

Limbah Puskesmas adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan Puskesmas yang berbentuk padat, cair, dan gas. Limbah Puskesmas bisa mengandung bermacam-macam mikroorganisme dan tingkat pengolahan sebelum dibuang. Apabila tidak ditangani dengan baik limbah puskesmas dapat menimbulkan masalah baik dari aspek pelayanan maupun estetika. Selain dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan menjadi sumber penularan penyakit.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka untuk limbah di Puskesmas berdasarkan jenis limbahnya itu sendiri antara lain :

- a. Limbah domestik yang dikategorikan sebagai limbah non medis, yaitu limbah yang dihasilkan dari kegiatan memasak (instalasi gizi), kegiatan administrasi, pembersihan lingkungan termasuk taman dan halaman, dan unit lainnya yang rata-rata menghasilkan limbah limbah kertas, plastik dan botol, serta limbah domestik dari ruangan keperawatan yang dapat diolah dengan teknologi tertentu untuk dimanfaatkan dan serta seluruh limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit di luar pelayanan medis dan penunjang medis
- b. Limbah medis, yaitu limbah pelayanan medis yang meliputi “pelayanan perawatan, gigi dan mulut, farmasi atau sejenisnya, pengobatan, serta penelitian laboratorium yang menggunakan bahan beracun, infeksius berbahaya atau bisa membahayakan kecuali jika dilakukan pengamanan tertentu”. (Rosihan Adhani, 2018 : 16)

Menurut Budiman Candra (2007), limbah yang dihasilkan puskesmas dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Limbah medis, terdiri dari :

1) Limbah padat medis

Limbah Padat Medis adalah limbah yang langsung dihasilkan dari tindakan diagnosis dan tindakan medis terhadap pasien. Termasuk dalam kegiatan tersebut juga kegiatan medis di ruang poliklinik, perawatan, bedah, kebidanan, otopsi, farmasi dan ruang laboratorium.

2) Limbah Cair Medis

Limbah cair medis adalah limbah cair yang mengandung zat beracun bahan-bahan kimia organik. Zat-zat organik yang berasal dari air bilasan ruang bedah/tindakan.

b. Limbah Non Medis, terdiri dari :

1) Limbah Padat Non Medis

Limbah padat non medis adalah semua limbah padat diluar limbah padat medis yang dihasilkan dari berbagai kegiatan,yaitu :

- a) Kantor dan administrasi
- b) Unit perlengkapan
- c) Ruang tunggu
- d) Ruang rawat inap
- e) Unit gizi atau dapur
- f) Halaman parkir dan taman
- g) Unit pelayanan

2) Limbah Cair Non Medis

Limbah cair non medis merupakan limbah puskesmas yang berupa:

- a. kotoran manusia seperti tinja dan air kemih yang berasal dari kloset dan peturasan di dalam toilet atau kamar mandi.
- b. Air bekas cucian yang berasal dari *lavatory*, *kitchen sink*, atau *floor drain* dari ruangan-ruangan di Puskesmas.

4. Sumber Limbah Puskesmas

Sumber limbah yang ada di puskesmas yaitu :

1. Limbah padat medis yaitu terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksis, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam tertinggi.
2. Limbah padat non-medis yaitu berasal dari dapur, perkantoran, taman, dan halaman.
3. Limbah Cair Domestik Limbah cair domestik terdiri dari 2 jenis, yaitu :
 - a. Air kotoran tinja manusia yang berasal dari toilet, penanganan dan pengolahan limbah tinja ini dapat dilakukan dengan sistem setempat yang memakai tangki septic atau dengan sistem terpusat.
 - b. Air limbah dari kegiatan domestik Puskesmas yang berasal dari kamar mandi, dapur dan air bekas pencucian pakaian. Limbah ini umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi. Bahan-bahan kimia seperti detergen, sabun, dan minyak yang bercampur dengan kotoran dapur seperti lemak, susu, sisa nasi dan sebagainya. Ini sangat berbahaya apabila mengandung mikroorganisme patogen, bahan beracun dan berbahaya (B3) ataupun polutan lainnya. Selain itu deterjen

dan desinfektan yang digunakan pada pencucian peralatan dapur dapat membunuh mikroorganisme yang dibutuhkan dalam pengelolaan biologis.

4. Limbah Cair Klinis

Limbah cair klinis berasal dari kegiatan klinis Puskesmas, antara lain dari pelayanan medis, perawatan gigi, laboratorium / farmasi, serta limbah yang dihasilkan di Puskesmas pada saat dilakukan perawatan, pengobatan dan penelitian. Limbah cair klinis dikelompokkan atas :

a. Limbah cair infeksius limbah cair infeksius mencakup pengertian sebagai berikut :

1. Limbah cair yang berasal dari perawatan pasien yang memerlukan isolasi penyakit menular (perawatan intensif).
2. Limbah cair laboratorium yang berkaitan dengan pemeriksaan mikrobiologi dari poliklinik dan ruang perawatan
3. Limbah cair yang berasal dari darah, plasenta dan cairan tubuh lainnya.

b. Limbah cair farmasi / laboratorium Limbah cair farmasi berasal dari :

1. Obat-obatan yang sudah kadaluarsa ataupun terbuang karena bath sudah tidak memenuhi spesifikasi yang terbawa dan larut dalam saluran limbah cair. Limbah cair mengandung bahan campuran zat organik tinggi, vitamin.
2. Limbah cair yang dihasilkan selama proses produksi obat obatan.

c. Limbah cair kimia

Limbah cair kimia yang dihasilkan dari penggunaan kimia dalam

tindakan medis, laboratorium, proses strilisasi, dan riset. Pembuangan limbah cair kimia dalam saluran air kotor dapat menimbulkan korosif pada saluran air.

5. Limbah gas berasal dari hasil pembakaran seperti insenerator, dapur dan mesin generator.

B. Limbah

1. Definisi Air Limbah

Definisi air limbah adalah sisa air yang dibuang dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup. Menurut PERMEN LHK No. 5 Tahun 2014 menyebutkan bahwa Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair.

Air limbah (waste water) adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, perdagangan, perkantoran, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang biasanya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan kesehatan atau kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan hidup. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 4).

2. Sumber Air Limbah

Air Limbah terbentuk dari hasil perbuatan manusia dengan segala aktifitasnya atau dengan adanya kemajuan teknologi industri. Sumber air limbah dapat di kelompokkan menjadi :

a. Air Limbah Rumah Tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. (Sugiharto, 2014: 10)

b. Air Limbah Industri

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar-kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada. (Sugiharto, 2014: 13)

c. Air Limbah Rembesan Dan Tambahan

Apabila turun hujan di suatu daerah, maka air yang turun secara cepat akan mengalir masuk ke dalam saluran pengering atau saluran air hujan. Apabila saluran ini tidak mau menampungnya, maka limpahan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah, dengan demikian akan merupakan tambahan yang sangat besar. (Sugiharto, 2014: 14)

d. Air Limbah Pelayanan Kesehatan

Sumber air limbah pada pelayanan kesehatan yaitu dari rawat inap, rawat jalan, rawat darurat, rawat intensif, haemodialisa, bedah sentral, rawat isolasi, laboratorium klinik dan kimia, ruang dapur, ruang cuci , ruang pemrosesan sinar X, dan ruang radio-isotop. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 2)

3. Karakteristik Air Limbah

Penyebab utama pencemaran air adalah pembuangan limbah cair yang mengandung zat pencemar. Limbah yang turut andil dalam pencemaran air secara umum dikelompokkan menjadi limbah domestik, industri dan pertanian.

Limbah domestik (sewage) merupakan larutan yang kompleks terdiri dari air (biasanya di atas 99%) dan zat organik serta anorganik, baik berupa padatan terlarut maupun yang mengendap. Pencemaran air berhubungan dengan masalah limbah yang tergantung pada sifat-sifat kontaminan yang memerlukan oksigen, memacu pertumbuhan algae, penyakit dan zat toksik. Pencemaran terhadap sumber daya air dapat terjadi secara langsung dari saluran pembuangan atau buangan industri atau secara tidak langsung melalui pencemaran air dan limpasan dari daerah pertanian dan perkotaan. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 5)

Guna mengetahui lebih luas tentang air limbah, perlu diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada dalam air limbah serta karakteristiknya. Karakteristik air limbah dibedakan menjadi tiga bagian besar, yaitu :

a. Karakteristik Fisik

Karakteristik limbah cair terkait dengan estetika karena sifat fisiknya yang mudah terlihat dan dapat diidentifikasi secara langsung. Karakteristik limbah cair meliputi bau, warna, padatan, temperatur, pH dan kekeruhan. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 7)

b. Karakteristik Kimia

Kandungan bahan kimia dalam air limbah dapat merugikan lingkungan. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam sungai serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada pengolahan air bersih. Bahan yang beracun dapat menyebabkan rantai makanan dan akan mempengaruhi kesehatan masyarakat. Nutrien dapat menyebabkan eutrofikasi pada danau. Untuk itu perlu diketahui kandungan zat kimia apa saja yang terdapat di dalam limbah cair suatu industri (Asmadi dan Suharno,

2012 : 9)

c. Karakteristik Biologi

Air limbah biasanya mengandung mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam pengolahan air limbah secara biologi, tetapi ada juga mikroorganisme yang membahayakan bagi kehidupan. Mikroorganisme tersebut antara lain virus, bakteri, jamur, protozoa dan alga. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 13)

4. Baku Mutu Air Limbah Puskesmas

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 :

Tabel 2.2

Tabel Parameter Limbah Pelayanan Kesehatan

| Parameter | Kadar Maksimum (mg/L) | Satuan |
|-----------------------|-----------------------|--------|
| Fisika | | |
| Suhu | 38 | °C |
| Zat padat terlarut | 2000 | mg/L |
| Zat padat tersuspensi | 200 | mg/L |
| Kimia | | |
| Ph | 6 – 9 | - |
| BOD ₅ | 50 | mg/L |
| COD | 80 | mg/L |
| TSS | 30 | mg/L |

| | | |
|------------------|------|------------|
| Minyak dan lemak | 10 | mg/L |
| MBAS | 10 | mg/L |
| Amonia Nitrogen | 10 | mg/L |
| Total coliform | 5000 | MPN/100 ml |

(Sumber : Lampiran Permen LH No.5 Tahun 2014 :77)

5. Parameter Limbah Cair Pelayanan Kesehatan

a. 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 dari pada air bersih.

Suhu air limbah disebabkan oleh kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang ke saluran dan mempengaruhi kehidupan biologis kelarutan oksigen/gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan. (Sugiharto, 2014 : 24).

b. 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)

c. *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)

d. *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)

e. *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)

f. *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.

g. *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).

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.

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. Apabila lemak tidak dihilangkan sebelum di buang kesaluran air limbah dapat mempengaruhi kehidupan yang ada di permukaan air dan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga membentuk selaput. Kadar lemak sebesar 15-20 mg/l merupakan batas yang bisa di tolerir apabila lemak ini berada di dalam air limbah. (Sugiharto, 2014 : 29).

6. Dampak Buruk Air Limbah

a. Gangguan Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang ditularkan merarui air limbah. selain sebagai pembawa penyakit air limbah itu sendiri banyak terdapat bakteri pathogen penyebab penyakit yaitu Virus, Polio, Mylitis, Hepatitis, Vibrio Kolera, Salmonella T, Entamuba Histolika, leptospira, Askaris spp, Mikrobakterium Tuberkulos a, dan lain-lain. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 65)

b. Penurunan kualitas lingkungan

Air limbah yang dibuang langsung ke air permukaan (misalnya : sungai dan danau) dapat mengakibatkan pencemaran air permukaan tersebut. Sebagai contoh, bahan organic yang terdapat dalam air limbah bila dibuang langsung ke sungai dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen yang terlarut (Dissolved Oxygen) di dalam sungai tersebut. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini mengurangi perkembangannya. Adakalanya air

limbah juga dapat merembes ke dalam air tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat lagi digunakan sesuai peruntukannya. (Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan, 2018 : 8)

c. Gangguan terhadap keindahan

Selain bau yang berasal dari air limbah karena proses pembusukan zat organik, tumpukan ampas/sampah yang mengganggu, maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan (keindahan) yang tidak kalah besarnya. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 65)

d. Gangguan terhadap kerusakan benda

Apabila air limbah mengandung gas karbondioksida yang agresif dan yang berkadar pH rendah, maka mau tidak rnau akan mempercepat proses terjadinya karat pada benda yang terbuat dari besi serta bangunan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya benda tersebut maka biaya pemeliharaan dan perawatan akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material bagi perusahaan. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 65)

C. 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:

1. Untuk mengolah Air Limbah domestik atau industri, agar air tersebut dapat di gunakan kembali sesuai kebutuhan masing-masing.
2. Untuk menghilangkan zat / mikroorganisme pencemar, agar air limbah yang akan di alirkan kesungai tidak tercemar.
3. Agar biota-biota yang ada di sungai tidak mati akibat air buangan.

2. 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 pathogen. (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 Tahap 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. 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 badan air penerima.

Selain itu juga, polutan tersebut dapat merusak peralatan pengolahan limbah yang lain seperti pompa serta dapat juga mengganggu efisiensi dari alat pengolahan lainnya. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 71)

3. Pengolahan Tahap 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 ke dalam 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 aerobik, penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dapat terjadi dengan kehadiran oksigen sebagai electron acceptor dalam air limbah. Proses aerobik 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 Tahap 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 pemusnahan mikroorganisme patogen dengan penambahan Chlor pada air limbah. Pengolahan tingkat lanjutan ini ditujukan terutama untuk menghilangkan senyawa anorganik, diantaranya calcium, kalium, sulfat, nitrat, phosphor, 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)

5. 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)

6. 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)

3. Alternatif Pengolahan Limbah Cair

Berbagai teknologi yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah cair hingga memenuhi baku mutu antara lain :

a. Sistem Lumpur Aktif

Lumpur aktif pada proses pengolahan limbah cair membutuhkan beberapa bak pengolahan yang terdiri dari bak pengendap awal, bak aerasi, bak pengendap akhir, serta bak klorinasi untuk membunuh bakteri patogen. Proses pengolahan dengan proses lumpur aktif dimulai dengan penampungan limbah cair limbah yang kemudian akan dialirkan ke bak pengendapan awal. Pengaliran diteruskan menuju bak aerasi. Pada bak aerasi, udara akan dimasukkan sehingga pertumbuhan mikroorganisme akan terjadi dan akan menguraikan zat organik yang ada pada limbah cair kemudian air dialirkan ke bak pengendap akhir.

Proses pengolahan dengan lumpur aktif dapat mengolah air limbah dengan beban BOD dan volumenya yang besar, efisiensi pengolahan tinggi. Namun proses ini menghasilkan penumpukan pada lumpur aktif, terjadi buih, jumlah lumpur yang dihasilkan besar, dan membutuhkan lahan yang luas. (Rosihan Adhani, 2018 : 52)

b. Sistem *Trickling Filter*

Prinsip dasar dari sistem ini adalah berpusat pada tumpukan media padat dengan kedalaman kurang lebih 2 meter dan pada umumnya berbentuk silinder. Pada sistem ini, limbah cair akan disebarkan ke area permukaan dari media tersebut dengan syarat lengan distributor berputar agar air dapat mengalir / menetes ke bawah melalui lapisan.

Limbah yang mengalir tersebut akan terabsorpsi oleh mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang pada permukaan. Apabila sudah mencapai ketebalan tertentu biasanya lapisan biomassa akan terbawa oleh aliran limbah cair menuju bawah yang kemudian akan dialirkan menuju tangki sedimentasi untuk memisahkan biomassa. Adapun tujuan dari *trickling filter* ini antara lain adalah untuk mengoksidasi karbon dan nitrogen dalam limbah cair.

c. Sistem RBC

Teknologi RBC sering ditemukan di rumah sakit dalam pengolahan limbah cairnya. Proses RBC menggunakan bantuan mikroorganisme dengan pertumbuhan terikat. Prinsip kerjanya yaitu limbah cair yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaan media yang berupa cakram terbuat dari bahan polimer yang

berputar di dalam suatu reaktor. Melalui kontak ini, mikroorganisme akan mengambil senyawa organik yang ada di dalam air limbah dan/ atau dari udara dan menguraikannya untuk proses metabolismenya sehingga terjadi pengurangan kandungan senyawa organik dalam limbah cair. (Rosihan Adhani, 2018 : 51)

d. Sistem SBR

SBR (*Squencing Batch Reactor*) adalah sistem lumpur aktif yang dioperasikan secara *batch* (curah). Sistem SBR ini hampir sama dengan sistem lumpur aktif akan tetapi sedikit berbeda. Apabila pada sistem lumpur aktif proses aerasi dan sedimentasi berlangsung dalam 2 tangki akan tetapi pada sistem SBR berlangsung secara bergantian pada tangki yang sama.

Salah satu keistimewaan dari sistem SBR adalah tidak diperlukannya resirkulasi sludpe. Proses pengolahan limbah cair dengan sistem SBR ini terdiri atas 5 tahapan, yaitu tahap pengisian, tahap reaksi (aerasi), tahap pengendapan, tahap pembuangan dan tahap idle. Yang mana 5 tahap tersebut berlangsung dalam satu tabung panjang yang dibuat secara bertingkat.

e. Sistem Kolam Oxydasi

Prinsip dasar sistem kolam adalah dengan menyuplai oksigen dan melakukan pengadukan secara alami sehingga proses perombakan bahan organik menjadi berlangsung dalam waktu lama dan di area yang luas. Pada sistem ini, berbagai jenis mikroorganisme turut berperan aktif dalam proses perombakan. Contoh dari mikroorganisme yang berperan dalam proses ini contohnya adalah organisme autotrof yang bertugas untuk mengambil bahan

anorganik melalui proses fotosintesis. Akibat terlalu lama tinggal di limbah cair maka organisme dengan tingkat generasi tinggi akan tumbuh dan berkembang dalam sistem kolam. Organisme tersebut akan hidup secara aktif dalam air atau pada dasar kolam. Adapun komposisi dari organisme tersebut bergantung pada temperatur kolam, suplai oksigen, sinar matahari serta jenis dan konsentrasi substrat.

f. Sistem Ozonasi

Merupakan teknologi yang banyak dikembangkan untuk mengambil bahan polutan yang bersifat infeksius dan patogen. Proses ozonisasi dilakukan dengan kontak antara air limbah rumah sakit dengan ozon pada suatu tangki kontaktor atau ozon dikontakkan dalam suatu bak yang berisi air limbah melalui media pipa celup. Polutan yang bersifat infeksius dan patogen dapat dihilangkan dengan mengatur laju aliran dan konsentrasi ozon ke dalam limbah cair.

Melalui proses oksidasi, ozon mampu membunuh berbagai mikroorganisme antara lain *Escherchia coli*, *Salmonella enteridis*, serta berbagai mikroorganisme patogen lain. Teknologi oksidasi dapat menguraikan dan menghilangkan senyawa kimia beracun yang berada di dalam limbah cair sehingga limbah padat hasil olahan dapat diminimalisasi hingga mendekati 100%. (Rosihan Adhani, 2018 : 55)

g. Sistem Septic Tank

Sistem septic tank adalah pengolahan limbah cair yang sangat sederhana. Yang mana dalam suatu sistem septic tank ini proses perombakan limbah cair

berlangsung dalam kondisi anaerobik, tetapi pada sistem septik tank ini harus dilengkapi dengan fasilitas khusus untuk peresapan efluen.

(Revi. Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri. <https://ilmugeografi.com/ilmu-sosial/sistem-pengolahan-limbah-cair>)

4. Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Pelayanan Kesehatan

a. Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anaerob Aerob

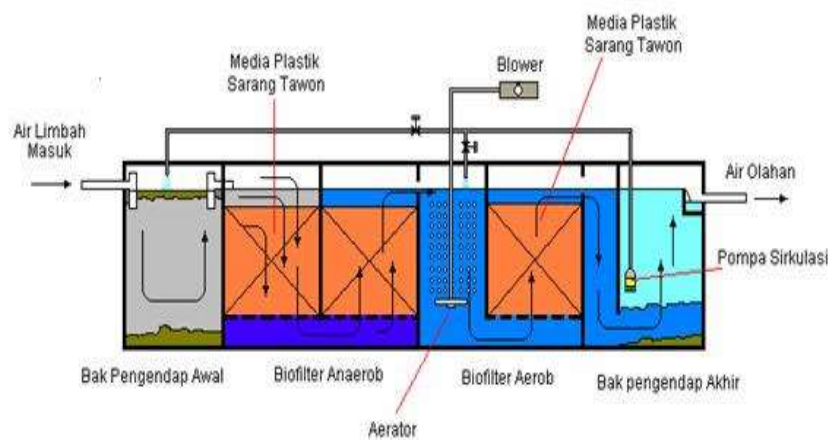
Pengolahan dengan biofilter anaerob-aerob merupakan pengembangan dari proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter anaerobaerob terdiri atas beberapa bagian yaitu bak pengendap awal, biofilter anaerob, biofilter aerob, bak pengendap akhir, dan jika perlu dilengkapi dengan bak kontraktor klor. Air limbah yang mengandung padatan berukuran besar disaring, kemudian dialirkan ke dalam bak pengendapan awal. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak biofilter anaerob dengan aliran dari atas-bawah-atas.

Bak anaerob berisi media kontak berupa bahan plastik/ kerikil/ batu sebagai tempat pertumbuhan mikroorganisme. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerob atau fakultatif aerob. Air limpasan dari bak anaerob dialirkan ke bak aerob yang berisi media berupa kerikil, plastik, batu apung, atau bahan serta.

Kemudian secara bersamaan diembuskan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Air dari bak aerob kemudian dialirkan ke bak pengendap akhir, dalam bak ini

lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Air limpasan dialirkan ke bak klorinasi untuk dikontakkan dengan senyawa klor untuk membunuh mikroorganisme patogen. (Rosihan Adhani, 2018)

Skema proses pengolahan air limbah dengan sistem *biofilter anaerob-aerob* dapat dilihat pada Gambar 1.



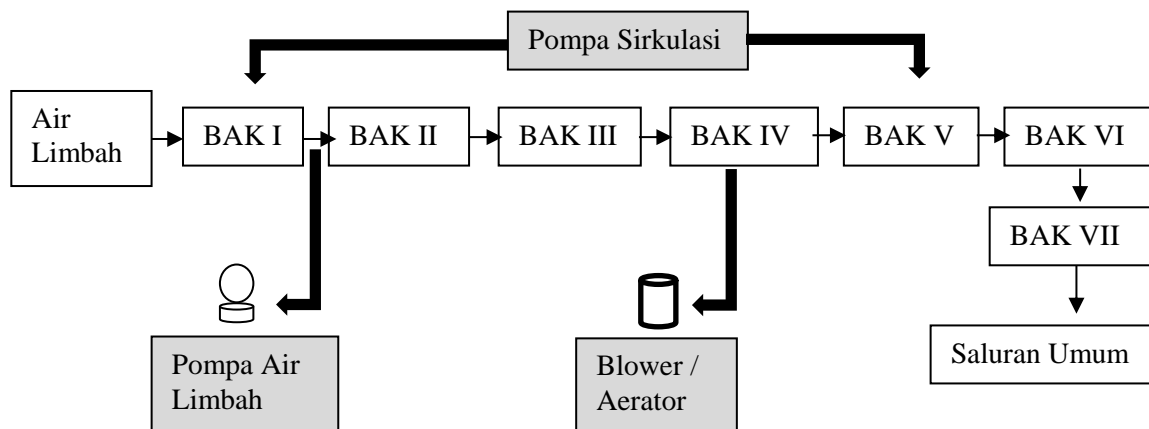
Gambar 2.1

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 mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Seluruh air limbah dikumpulkan dan dialirkan ke bak penampung atau bak ekualisasi, selanjutnya dipompa ke bak pengendap awal. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor anaerob.

Didalam reaktor *Anaerob* tersebut diisi dengan media dengan bahan plastik berbentuk sarang tawon. Jumlah reaktor anaerob ini bisa dibuat lebih dari satu sesuai kualitas dan jumlah air baku yang akan diolah. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri *Anaerobik* atau *Facultatif Aerobik*. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.



Gambar 2.2

Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem *Biofilter Anerob Aerob*

Keterangan :

1. BAK I = Bak Ekualisasi
2. BAK II = Bak Pengendap Awal

3. BAK III = Bak Anerob
4. BAK IV = Bak Aerob
5. BAK V = Bak Pengendap Akhir
6. BAK VI = Bak Bio Kontrol
7. BAK VII = Bak Klorinasi

b. Beberapa keunggulan Proses Biofilter “*Anerob Aerob*”

Terdapat beberapa keunggulan dan kelebihan pada proses pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob-aerob antara lain yakni :

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

c. Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah

1. 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)

2. 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 scrrre) jarak antar batang 32 – 100 mm. Berfungsi sebagai filter (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 52)

3. 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. Penangkap Berfungsi 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 :

- a. minyak atau lemak (jumlah besar) dari dapur.
- b. bahan-bahan bekas dari kamar operasi rumah sakit.
- c. benang atau serat dari Laundry.
- d. 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. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 54)

4. 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. Bak Pemisah Lemak

berfungsi untuk memisahkan lemak dari air. 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

5. Bak Kontrol

Limbah akan mengendap pada dasar dari dinding pipa pembuangan setelah digunakan untuk jangka waktu lama. Disamping 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.

Pada saluran pembuangan di halaman perlu dipasang bak kontrol. 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 pipa pembuangan. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 49)

Bak control berfungsi untuk mencegah macet nya aliran air limbah dan mencegah adanya sampah padat misalnya plastik, kaleng, kayu agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan limbah, serta mencegah

padatan yang tidak bisa terurai misalnya lumpur, pasir, abu gosok dan lainnya agar tidak masuk kedalam unit pengolahan limbah. Umumnya Bak Kontrol di buat dengan ukuran 50cm x 50cm yang di sesuaikan juga dengan ukuran pipa saluran air limbah.

6. 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. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 56)

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

Rumus : $V = T \times Q$

V : Volume Bak Ekualisasi (m^3)

T : Waktu Tinggal (Jam)

Q : Debit Air Limbah (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

7. 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. 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)

Perlu dilakukan pengurasan lumpur pada bak ekualisasi dan bak pengendapan awal secara periodik untuk menguras lumpur yang tidak dapat terurai secara biologis. Pengurasan biasanya dilakukan minimal 6 bulan sekali atau disesuaikan dengan kebutuhan. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 73)

Pengurasan dilakukan dengan bantuan mesin penyedot lumpur limbah yang nantinya akan dimasukkan kedalam mobil tanki dan selanjutnya akan dibuang ke Tempat Penampungan Akhir.

Nilai waktu tinggal adalah : $T = 24 V/Q$

Dimana :

T = waktu tinggal (jam)

V = volume bak (m³)

Q = laju rata-rata harian (m³ per hari)

Beban permukaan (surface loading), sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak, satuannya m³ per meter persegi per hari.

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

Dimana :

V_o = laju limpahan / beban permukaan (m³/ m² perhari)

Q = aliran rata-rata harian (m^3 per hari)

A = total luas permukaan (m^2)

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.

8. Pompa Air Limbah

Pompa Air Limbah berfungsi untuk menyerap sekaligus mendorong air yang terdapat pada sistem pengolahan air limbah sehingga dapat bersikulisasi di instalasi..

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.

Di dalam Bak Ekualisasi Pompa air limbah yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan Radar atau pelampung air, fungsinya yaitu jika permukaan air limbah lebih tinggi melampaui batas level minimum maka pompa air limbah akan berjalan dan air limbah akan dipompa ke reaktor biofilter pada sistem IPAL. Jika permukaan air limbah di dalam bak ekualisasi mencapai level minimum pompa air limbah secara otomatis akan berhenti (mati). (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 58)

9. Reaktor *Biofilter Anaerob*

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem *anaerob aerob* biofilter, kolam *anaerob* merupakan unit yang berfungsi sebagai tempat 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.

Reaktor biofilter dapat dibuat dari bahan beton bertulang, bahan plat baja maupun dari bahan fiber reinforced plastic (FRP). Untuk reaktor 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 reaktor *Anaerob* dapat di tambahkan bakteri E4 untuk mempercepat penguraian secara biologi. Ada beberapa factor yang dapat mengganggu proses pengolahan pada reaktor anaerob ini yaitu sampah yang dapat menyumbat aliran dan lumpur yang masih banyak terbawa

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 :

BOD^{in} = BOD Masuk

BOD^{std} = BOD Standar

Q = Debit Air

V_{bak} = Volume Bak

HRT = Waktu Tinggal

10. Reaktor *Biofilter Aerob*

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter anaerob-aerob, reaktor biofilter aerobik merupakan unit yang berfungsi sebagai tempat terjadi proses penguraian air limbah secara Aerob oleh bakteri *Aerob*. 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 (NH_4^+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. 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. Ada beberapa factor yang dapat mengganggu proses pengolahan pada reactor *Aerob* ini yaitu sampah yang dapat menyumbat aliran dan lumpur yang masih banyak terbawa serta sirkulasi aerasi yang tidak stabil.

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 :

BOD^{in} = BOD Masuk

Q = Debit Air

V_{bak} = Volume Bak

HRT = Waktu Tinggal

11. 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.

Waktu tingak hidrolik di dalam bak pengendap akhir umumnya sekitar 2-4 jam. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang berasal dari biofilter anerob-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 dilairkan ke bak khlorinasi. (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 :

t_r = Waktu Tinggal

Q = Debit Air

V_{bak} = Volume Bak

HRT = Waktu Tinggal

L = Lebar

P = Panjang

12. Peralatan Pemasok Udara

Peralatan Pemasok Udara Berfungsi sebagai pensuplai udara (oksigen) pada unit reaktor Biofilter Aerob di Instalasi Pengolahan Air Limbah. 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. Peralatan Pemasok Udara ini juga harus dioperasikan 24 jam sesuai dengan waktu pengolahan air limbah pada IPAL yang juga memiliki waktu tinggal 24 jam (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 65)

13. 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. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 68)

14. Bak Klorinasi

Fungsi bak klorinasi untuk mengontakkan senyawa disinfektan dengan air limbah untuk membunuh mikroorganisma patogen di dalam air limbah. Senyawa disinfektan yang sering digunakan adalah senyawa klorin misalnya kalsium hipoklorit atau natrium hipoklorit. Waktu kontak atau waktu tinggal di dalam bak klorinasi berkisar antara 10-15 menit. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 69)

Kebutuhan klor yang akan digunakan dapat dihitung dengan rumus :

Kebutuhan Klor = $Q \text{ inlet} \times \text{Dosis Klor yang diharapkan} \times 1 \%$
kadar Klor.

5. Contoh perhitungan disain IPAL Biofilter Anaerob-Aerob

Kapasitas IPAL : 200 m³ per Hari

COD Air Limbah Maksimum : 500 mg/l

BOD Air Limbah Maksimum : 300 mg/l

Konsentrasi SS : 300 mg/l

Total Efisiensi Pengolahan : 90 %

BOD Air Olahan : 30 mg/l

SS Air Olahan : 30 mg/l

a. Perhitungan Disain Bak Pemisah Lemak

Bak pemisah lemak atau grease removal yang direncanakan adalah tipe gravitasi sederhana. Bak terdiri dari beberapa ruangan.

Kapasitas IPAL : 200 m³ per Hari

Kriteria perencanaan + 60 - 120 menit.

Waktu Tinggal di dalam Bak (Hydraulic Retention Time, HRT) = 60 menit.

Volume bak Yang diperlukan = $\frac{1}{24}$ hari X 300 m³/hari = 12,5 m³

Ditetapkan : Dimensi Bak :

Lebar = 1,5 m

Panjang = 5,5 m

kedalam air = 1,5 m

Ruang Bebas = 0,5 m

Volume Aktual = 12,375 m³

Chek :

Waktu tinggal air limbah di dalam bak : = $(12,375 \text{ m}^3 / 8,33 \text{ m}^3/\text{jam}) \times 60 \text{ menit/jam} = 88,8 \text{ menit}$

b. Perhitungan Desain Bak Ekualisasi

Kriteria Perencanaan :

- Waktu Tinggal di dalam Bak (HRT) = 8 -12

Jam Ditetapkan : Waktu tinggal = 12 jam

Volume Bak Yang diperlukan = $\frac{12}{24} \text{ hari} \times 300 \text{ m}^3/\text{hari} = 150 \text{ m}^3$

Ditetapkan Dimensi Bak :

Kedalaman bak = 2,0 m

Lebar bak = 6,0 m

Panjang bak = 8,0 m

Tinggi Ruang Bebas = 0,5 m

Chek Waktu Tinggal :

Volume Efektif Aktual = $6 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 96 \text{ m}^3$

Waktu Tinggal = $\frac{96}{200 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 11,52 \text{ Jam}$

HRT di dalam Bak Ekualiasi = 11,52 jam

c. Perhitungan Desain Bak Pengendap Awal

Debit Limbah = $200 \text{ m}^3/\text{hari} = 8,33 \text{ m}^3/\text{jam} = 138,8 \text{ liter per}$

menit. $\text{BOD}_{\text{Masuk}} = 300 \text{ mg/l}$

Skenario Efisiensi = 25 %

$\text{BOD}_{\text{Keluar}} = 225 \text{ mg/l}$

Kriteria Perencanaan :

Waktu Tinggal Di dalam Bak = 4 jam

$$\text{Volume bak yang di perlukan} = \frac{4}{24} \times 200 = 33,33 \text{ m}^3$$

Ditetapkan :

Dimensi Bak Pengendapam Awal :

$$\text{Lebar} = 6,0 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air efektif} = 2,0 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 3,0 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi ruang bebas} = 0,5 \text{ m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan).}$$

$$\text{Volume Aktual} = 6 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 36 \text{ m}^3.$$

Chek Waktu Tinggal (Retention Time) rata-rata =

$$= \frac{36 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 4,32 \text{ Jam}$$

Beban permukaan (*surface loading*) rata-rata =

$$= \frac{200 \text{ m}^3/\text{hari}}{6 \text{ m} \times 3 \text{ m}} = 11,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hari}$$

Standar JWVA : Beban permukaan = 20 – 50 m³/m².hari. (JWVA)

d. Perhitungan Desain Bak Anaerob

$$\text{Debit Limbah} = 200 \text{ m}^3/\text{hari} = 8,33 \text{ m}^3/\text{jam} = 138,8 \text{ liter per}$$

$$\text{menit. BOD}_{\text{Masuk}} = 225 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD}_{\text{Keluar}} = 75 \text{ mg/l}$$

$$\text{Skenario Efisiensi Pengolahan} = \frac{(225 \text{ mg/l} - 75 \text{ mg/l})}{225 \text{ mg/l}} \times 100\% = 66,7\%$$

Kriteria perencanaan :

Untuk pengolahan air limbah dengan proses biofilter standar Beban BOD per volume media adalah 0,4 – 4,7 kg BOD /m³.hari.

Untuk Air Limbah Rumah Sakit ditetapkan beban BOD yang digunakan:
= 0,75 kg BOD /m³ media .hari.

Beban BOD pada air limbah = 200 m³/hari X 225 g/m³ = 45.000 g/hari
= 45 kg/hari

Volume media yang diperlukan = $\frac{45 \text{ kg/hari}}{0,75 \text{ kg/m}^3 \text{ hari}} = 60 \text{ m}^3$

Volume Media = 50 % dari total Volume reaktor,

Volume Reaktor yang diperlukan = 2 x 60 m³ = 120 m³

Waktu Tinggal di dalam Reaktor Anaerob = $\frac{120 \text{ m}^3}{0,75 \text{ kg/m}^3 \text{ hari}} \times 24$
jam/hari = 14,4 jam

HRT di dalam reaktor ditetapkan = 14,4 jam.

Dimensi :

Lebar = 6.0 m

Kedalaman air efektif = 2,0 m

Panjang = 10,0 m

Tinggi ruang bebas = 0,5 m

Jumlah ruang biofilter anaerob di bagi menjadi dua zona, tiap zona terdiri dari ruang biofilter dengan ukuran 6 m x 4 m x 2 m dan ruang penenang dengan ukuran 6 m x 1 m x 2 m.

- Tinggi ruang lumpur = 0,5 m
- Tinggi Bed media pembiakan mikroba = 1,2 m

- Tinggi air di atas bed media = 30 cm

Volume total media biofilter anaerob = $6 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 57,6 \text{ m}^3$. Jika media yang dipakai mempunyai luas spesifik $\pm 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$, maka BOD Loading per luas permukaan media = $0,78 \text{ kg BOD}/\text{m}^3$ media per hari

e. Perhitungan Desain Bak Anaerob

Debit Limbah = $200 \text{ m}^3/\text{hari} = 8,33 \text{ m}^3/\text{jam} = 138,8 \text{ liter per menit}$.

Perkiraan :

$\text{BOD}_{\text{Masuk}} = 75 \text{ mg/l}$

$\text{BOD}_{\text{Keluar}} = 30 \text{ mg/l}$ Efisiensi pengolahan : 53,3 %

Beban BOD di dalam air limbah = $200 \text{ m}^3/\text{hari} \times 75 \text{ g}/\text{m}^3 = 15.000 \text{ g/hari}$
 $= 15 \text{ kg/hari}$.

Jumlah BOD yang dihilangkan = $0,6 \times 15 \text{ kg/hari} = 9 \text{ kg/hari}$.

Beban BOD per volume media yang digunakan = $0,5 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{hari}$.

(berdasarkan hasil percobaan BPPT)

Volume media yang diperlukan = $\frac{15 \text{ kg/hari}}{0,5 \text{ kg}/\text{m}^3 \text{ hari}} = 30 \text{ m}^3$.

Volume media = $0,4 \times \text{Volume Reaktor} \rightarrow$

Volume Bak Biofilter Areob Yang diperlukan = $10/4 \times 30 \text{ m}^3 = 75 \text{ m}^3$

Waktu tinggal dalam reaktor Anaerob = $\frac{75 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari}$

- Reaktor dibagi menjadi dua ruangan : ruangan aerasi dan ruangan biofilter.
- Dimensi Ruang Aerasi Reaktor Biofilter Areob :

| | |
|-----------------------|----------|
| Lebar | = 6,0 m |
| Kedalaman air efektif | = 2,0 m |
| Panjang | = 2,25 m |
| Tinggi ruang bebas | = 0,5 m |

- Dimensi Ruang Reaktor Biofilter Areob :

| | |
|-----------------------|---------|
| Lebar | = 6,0 m |
| Kedalaman air efektif | = 2,0 m |
| Panjang | = 4,0 m |
| Tinggi ruang bebas | = 0,5 m |

Chek :

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tinggal Di dalam Reaktor Aerob} &= \frac{6 \times 6,25 \times 2 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 9 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu tinggal di dalam biofilter aerobik rata-rata = 9 jam

- Tinggi ruang lumpur = 0,5 m
- Tinggi Bed media pembiakan mikroba = 1,2 m
- Tinggi air di atas bed media = 30 cm
- Volume total media biofilter aerob = 6 m x 4 m x 1,2 m = 28,8 m³.

$$\begin{aligned} \text{Chek : BOD Loading per volume media} &= \frac{15 \text{ kg/hari}}{28,8 \text{ m}^3} \\ &= 0,52 \text{ Kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari.} \end{aligned}$$

f. Perhitungan Desain Bak Pengendap Akhir

Debit Limbah = 200 m³/hari = 8,33 m³/ jam = 138,8 liter per menit.

Waktu Tinggal Di dalam Bak = 4 jam

$$\text{Volume Bak Yang Diperlukan} = \frac{4 \text{ Jam}}{24 \text{ Jam/hari}} \times 200 \text{ m}^3/\text{hari} = 33,33 \text{ m}^3$$

Ditetapkan :

Dimensi Bak :

Lebar = 6,0 m

Kedalaman air efektif = 2,0 m

Panjang = 3,0 m

Tinggi ruang bebas = 0,5 m (d disesuaikan dengan kondisi lapangan).

Volume Aktual = $6 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 36 \text{ m}^3$

- Cek Waktu Tinggal (Retention Time) rata-rata

$$= \frac{36 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 24 \text{ jam/hari} = 4,32 \text{ jam}$$

- Beban permukaan (surface loading) rata-rata = $\frac{200 \text{ m}^3/\text{hari}}{6 \text{ m} \times 3 \text{ m}}$
= 11,1 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$

- Standar JWWA :

Beban permukaan = 20 – 50 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$. (JWWA)

g. Media Perkembangbiakan Mikroba

Spesifikasi Media biofilter yang digunakan :

Material : PVC sheet

Ukuran Modul : 25 cm x 30 cm x 30 cm

Ketebalan : 0,15 – 0,23 mm

Luas Kontak Spesifik : 200 – 226 m^2/m^3

Diameter lubang : 2 cm x 2 cm

Warna : hitam atau bening transparan.

Berat Spesifik : 30 -35 kg/m^3

Porositas Rongga : 0,98

Jumlah total media yang dibutuhkan = $57,6 \text{ m}^3 + 28,8 \text{ m}^3 = 86,4 \text{ m}^3$

6. Persyaratan Konstruksi IPAL Sistem Anaerob Aerob Biofilter

a. Rancangan Lokasi (Site Plan) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Sistem Biofilter Anaerob Aerob.

1. Lokasi IPAL sebaiknya berada :

- a. Tidak terlalu jauh dari sumber/asal air limbahnya.
- b. Tidak mengganggu lingkungan, baik dari segi pandangan maupun dari segi kemungkinan bau.
- c. Tidak jauh dari saluran pembuangan lingkungan.

2. Posisi bangunan IPAL, dapat berada :

- a. Di atas tanah.
- b. Di bawah tanah.(misalnya di bawah halaman parkir, di bawah taman penghijauan).
- c. Di dalam bangunan (besmen)

b. Struktur Bangunan IPAL

1. Setiap bangunan IPAL, strukturnya harus direncanakan dan dilaksanakan dengan cukup kuat, kokoh, dan stabil dalam memikul beban/kombinasi beban dan memenuhi persyaratan keselamatan, kelayanan, dan umur layanannya.
2. Kemampuan memikul beban diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa, angin, pengaruh korosi, jamur dan sebagainya.

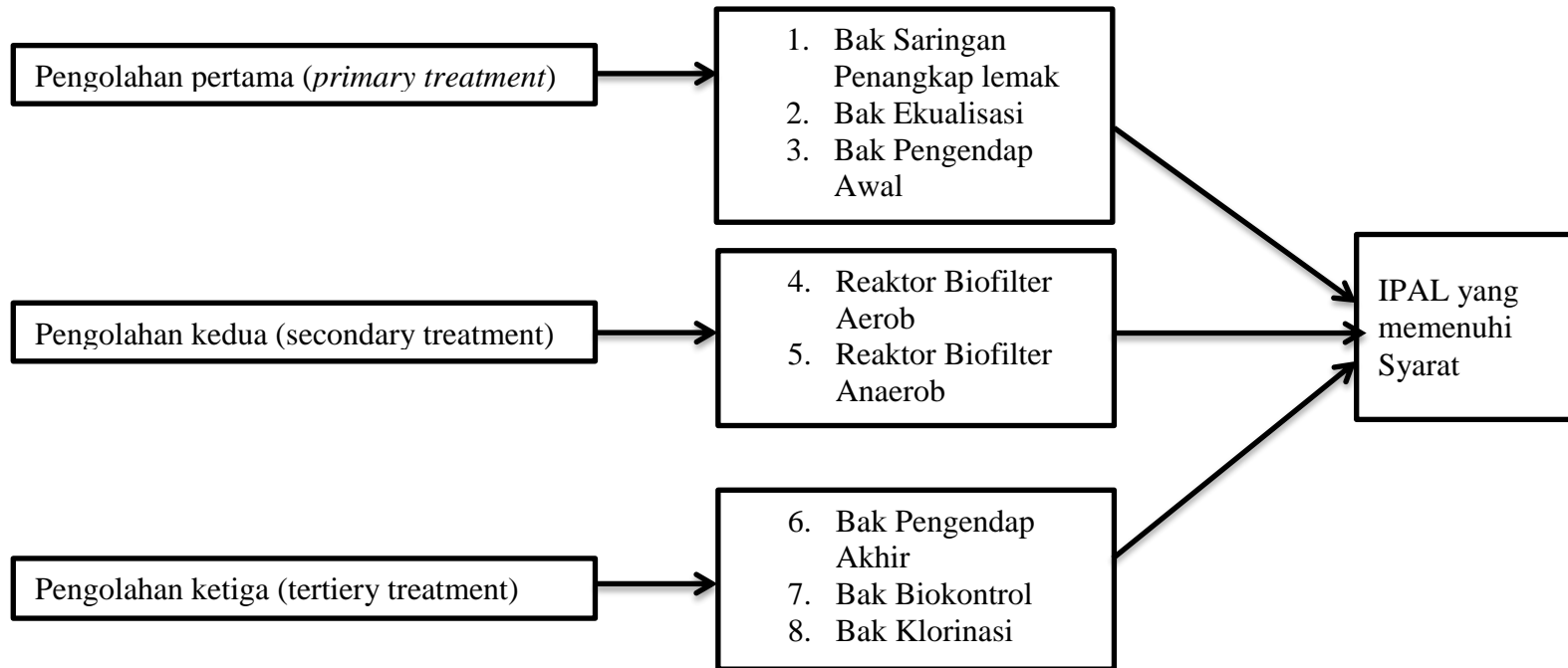
3. Dalam perencanaan struktur bangunan IPAL harus diperhitungkan dapat memikul pengaruh gempa rencana sesuai dengan zona gempanya.
4. Apabila bangunan IPAL terletak pada lokasi tanah yang dapat terjadi likuifaksi (pergeseran), maka struktur bawah bangunan IPAL harus direncanakan mampu menahan gaya likuifaksi (pergeseran) tanah tersebut.
5. Untuk menentukan tingkat keandalan struktur IPAL, harus dilakukan pemeriksaan keandalan bangunan IPAL secara berkala sesuai ketentuan dalam Pedoman/Petunjuk Teknis Tata Cara Pemeriksaan Keandalan Bangunan IPAL.
6. Perbaikan atau perkuatan struktur bangunan IPAL harus segera dilakukan sesuai rekomendasi hasil pemeriksaan keandalan bangunan IPAL, sehingga bangunan IPAL selalu memenuhi persyaratan keselamatan struktur.
7. Perencanaan dan pelaksanaan perawatan struktur bangunan IPAL seperti halnya penambahan struktur dan/atau penggantian struktur, harus mempertimbangkan persyaratan keselamatan struktur sesuai dengan pedoman dan standar teknis yang berlaku.
8. Pemeriksaan keandalan bangunan IPAL dilaksanakan secara berkala.
9. Untuk mencegah terjadinya keruntuhan struktur yang tidak diharapkan, pemeriksaan keandalan bangunan harus dilakukan secara berkala sesuai pedoman/petunjuk teknis yang berlaku.

c. Persyaratan Bahan

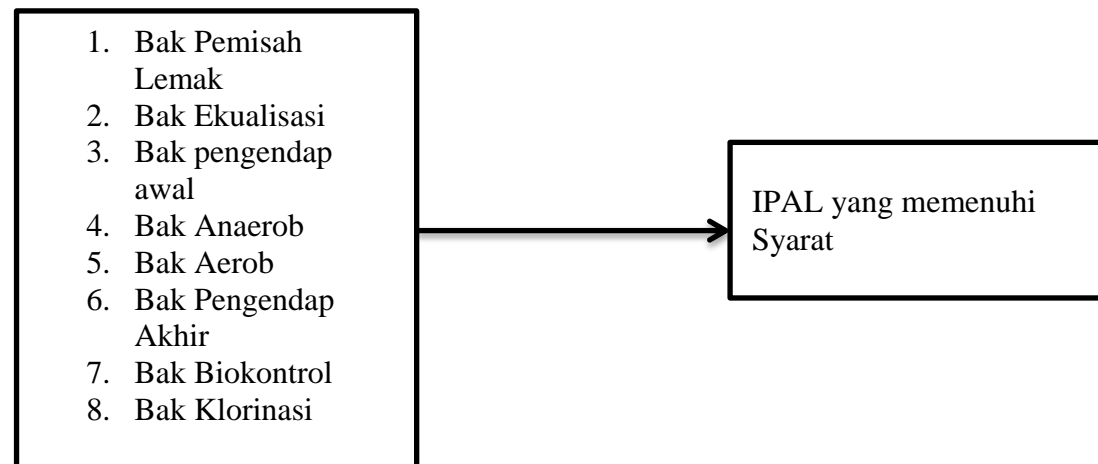
1. Bahan struktur yang digunakan harus sudah memenuhi semua persyaratan keamanan, termasuk keselamatan terhadap lingkungan dan pengguna bangunan IPAL, serta sesuai standar teknis (SNI) yang terkait.
2. Bahan yang dibuat atau dicampurkan di lapangan, harus diproses sesuai standar tata cara yang baku untuk keperluan yang dimaksud.
3. Dalam hal masih ada persyaratan lainnya yang belum tertampung, atau yang belum mempunyai SNI, digunakan standar baku dan/atau pedoman teknis. (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 71)

D. Kerangka Teori

Landasan teori Instalasi Pengolahan Air Limbah, tahap pengolahan air limbah, di modifikasi dari buku Dasar-Dasar teknik Pengolahan air limbah. (Asmadi, Suharno, 2012).



E. Kerangka Konsep



Gambar 2.4
Kerangka Konsep

