

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Limbah

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

Limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (Mahida,1984). Bahan yang sering ditemukan dalam limbah antara lain senyawa organik yang mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai (*Rekalsitran*), logam berat yang toksik, padatan tersuspensi, nutrien, mikrobia patogen, dan parasit, (Dirgantoro, 2017).

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

1. Limbah padat

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

2. Limbah cair

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

3. Limbah gas

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

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

Permukaan, atau air hujan (Soeparman dan Menurut Chandra 2005), limbah air merupakan salah satu jenis sampah. Adapun sampah (waste) adalah

zat-zat atau benda-benda yang sudah tidak terpakai lagi, baik yang berasal dari rumah maupun sisa-sisa proses industri. Secara umum limbah cair dapat dibagi menjadi:

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

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

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

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

B. Sumber Air Limbah

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

1. Air limbah rumah tangga

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

2. Air limbah industri

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

3. Rembesan dan luapan (*infiltration and inflow*)

yaitu limbah cair yang berasal dari berbagai sumber yang memasuki saluran pembuangan limbah cair melalui rembesan ke dalam tanah atau melalui luapan dari permukaan. Air limbah dapat merembes ke dalam saluran pembuangan melalui pipa yang pecah, rusak, atau bocor sedangkan luapan dapat melalui bagian saluran yang membuka atau yang terhubung ke permukaan.

Contohnya yaitu: air buangan dari talang atap, pendingin ruangan (AC), bangunan perdagangan dan industri, serta pertanian atau perkebunan.

4. Air hujan (*storm water*)

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

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

C. Sifat-sifat air limbah

Sifat-sifat air limbah meliputi:

1. Sifat fisik

Hal penting dalam sifat ini adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika, kesejahteraan, aroma, warna, dan temperaturnya.

2. Sifat kimia

Kandungan bahan kimia yang ada di alam air limbah berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun

3. Sifat biologis

Pemeriksaan biologis adalah untuk memisahkan apakah terdapat bakteri pathogen di dalam air limbah. Selain itu juga untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum di buang ke badan air, sifat limbah sangat bervariasi tergantung pada sumber dari asal limbah yang dihasilkan.

D. Pengertian air limbah laboratorium

Laboratorium adalah sarana/tempat didalamnya terdapat ilmiah (praktikum/penelitian) yang dilakukan oleh sekelompok manusia (praktik/penelitian) untuk menghasilkan produk ilmiah.

Laboratorium biologis adalah sebuah tempat yang menerapkan serta mengembangkan teori-teori dan konsep-konsep dalam bidang biologis dan bidang yang terkait. Laboratorium biologi memiliki tiga fungsi pokok, yaitu sebagai tempat menyelenggarakan kegiatan latihan praktikum mata kuliah, melaksanakan kegiatan penelitian dan tempat melaksanakan pengabdian untuk masyarakat, berupa penelitian teknologi terapan yang langsung diaplikasikan langsung untuk masyarakat.

Air limbah laboratorium yaitu air limbah berasal dari sisa analisis berbagai parameter di laboratorium dan berpotensi mencemari lingkungan. Banyak sekolah analisis kimia, kampus yang memiliki program studi kimia, lingkungan, farmasi dan laboratorium negeri dan swasta belum memiliki pengolahan laboratorium yang tepat guna. Bahkan dibuang begitu saja bersama dengan air pencucian tangan di wastafel, masuk ke selokan di sekitarnya. Limbah laboratorium mengandung jenis senyawa-senyawa organik dan logam. Hal ini

akan berdampak pada lingkungan jika dibuang langsung tanpa proses pengolahan limbah terlebih dahulu. Pengolahan limbah laboratorium lingkungan dapat dilakukan dengan proses koagulasi bertujuan untuk menurunkan parameter chemical oxygen demand (COD). Sedangkan proses pengolahan menggunakan proses adsorpsi bertujuan untuk menurunkan logam Fe dan logam Pb (Audiana 2016; Azamia 2012).

Limbah laboratorium kimia mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya. Limbah tersebut berasal dari kegiatan praktikum, penelitian. Selama ini limbah cair tersebut dibuang begitu saja dibak penampung limbah tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga dapat mencemari lingkungan sekitarnya karena tingginya nilai BOD, COD dan TSS. Dengan demikian dibutuhkan alat pengolah limbah cair untuk memperkecil bahaya pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif pengolah limbah cair dengan metode filtrasi dan adsorpsi. Untuk mengetahui efisiensi alat tersebut dalam menurunkan kadar pencemaran limbah laboratorium. Metode penelitian ini yang digunakan adalah analisis BOD, COD dan TSS limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengolahan limbah cair dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair laboratorium kimia berturut-turut adalah 64,12%, 80,78%, 85,38%.

Sumber air limbah laboratorium adalah larutan baku kadaluwarsa, larutan habis pakai, sisa sampel dan sisa pelarut, dan bekas cucian alat-alat gelas. Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 menyatakan bahwa setiap kegiatan yang menghasilkan limbah wajib untuk melakukan pengujian terhadap

air limbah yang dihasilkan sesuai dengan jenis kegiatan perusahaan. Parameter uji yang harus dilakukan sudah ditentukan berdasarkan jenis industrinya.

1. Jenis-jenis limbah laboratorium

a. Limbah organik (limbah biologi)

Limbah ini terdiri atas bahan-bahan yang bersifat organik seperti dari kegiatan eksperimen atau penelitian yang melibatkan tidak yakin biologi. Limbah ini juga mudah di uraikan melalui proses yang alami.

b. Limbah organik

Limbah organik berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat di uraikan dan tidak dapat di perbaharui, misalnya seperti limbah plastik yang berasal dari alat-alat laboratorium berbahan dasar plastik yang sudah tidak dipakai lagi.

E. Pengolahan air limbah

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

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

bersaing untuk merebut makanan yang masuk (Sunu, 2001). Media biofilitasi sangat menentukan bagi pertumbuhan mikroorganisme pengurai sebagai proses degradasi limbah cair oleh mikroba berlangsung optimal.

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

Proses pengolahan aerobik yaitu proses pengolahan air yang menggunakan organisme yang aktif dimana oksigen tidak ada, dan proses ini mungkin ditunjukkan oleh bakteri anaerobik, zat organik yang kompleks seperti karbohidrat, lemak dan protein mengalami proses dekomposisi/pembusukan kedalam metan dan karbon dioksida. Proses pengolahan anaerobik dilanjutkan dengan pengolahan aerobik (Sunu, 2001).

Pengolahan air limbah dapat di kelompokkan menjadi 5 yaitu:

1. Pengolahan pendahuluan (pre treatment)

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

- a. Saringan (bar screen)

Proses penyaringan dibagi dalam saringan dalam saringan kasar dan saringan halus. Saringan halus terbuat dari bahan kawat kasar, plat berlubang, atau

bahan lain dengan lebar bukaan 5mm atau kurang. Saringan kasar terdiri dari batangan berpenampang persegi atau bulat yang dipasang berjajar pada penampang aliran.

b. Pencacah (comminutor)

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

c. Bak penangkap pasir (grit chamber)

Partikel padat dari limbah cair terdiri dari partikel pasir kasar, partikel kasar padat, yang mengendap dari limbah cair ketika kecepatan aliran menurun. Unit ini berfungsi untuk mencegah keausan peralatan mekanik, penyumbatan pada pipa atau saluran akibat adanya deposit partikel padat. Unit yang biasanya dipakai adalah bak penangkapan partikel padat (grit chamber) yang direncanakan untuk menghilangkan partikel-partikel padat, terdiri dari dua yaitu tangki detritus, unit pengukur kecepatan .

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

Limbah cair dari dapur besar kemungkinan mengandung banyak lemak yang dapat masuk ke tangki pembusukan bersama-sama dengan effluent dan dapat menyumbat pori-pori media penyaringan pada bidang peresapan. Penangkap lemak itu berupa tangki pengapungan kecil dengan inlet yang masuk ke bawah permukaan cairan, dan outlet yang ujungnya dipasang di dekat dasar.

Pengoperasian penangkap lemak berdasarkan prinsip bahwa limbah cair yang masuk lebih panas pada cairan yang sudah ada di dalam bak dan didinginkan olehnya. Akibatnya kandungan lemak akan beku dan naik kepermukaan, yang nantinya akan diambil secara berkala.

e. Bak penyetaraan (equalization basin)

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

2. Pengolahan pertama

Kegiatan untuk menghilangkan zat padat yang tercampur melalui pengendapan dan penganpungan. Pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini dan pengendapan yang dihasilkan terjadi karena adanya kondisi yang sangat tenang. Bahan kimia juga dapat di tambahkan untuk menetralkan keadaan atau meningkatkan pengurangan dari partikel kecil tercampur. Pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengendapkan partikel yang terdapat dalam effluen pengolahan pendahuluan, pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi melalui proses pengendapan, yang terdiri dari bak pengumpulan dan bak sedimentasi.

a. Bak pengumpulan

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

b. Bak sedimentasi

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

3. Pengolahan kedua (secondary treatment)

Pengolahan kedua umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pada proses ini sangat di pengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kotoran, jenis kotoran dan sebagainya. Reaktor pengolah lumpur aktif dan saringan penjernih biasanya di pergunakan dalam tahap ini. Pada proses penggunaan lumpur aktif , maka air limbah yang telah lama ditambahkan pada tangki aerasi dengan tujuan memperbanyak jumlah bakteri secara cepat agar proses biologis dalam menguraikan bahan organik berjalan lebih cepat. Terdapat dua hal penting dalam proses biologis ini antara lain proses penampahan oksigen/aerasi dan proses pertumbuhan bakteri. Pengolahan tahap kedua disebut pengolahan secara biologis karena pada tahap ini memanfaatkan mikroorganisme

untuk menguraikan limbah cair dalam bentuk bahan organik terlarut menjadi produk yang lebih sederhana dan partikel flokulen yang dapat mengendap, pengolahan kedua terdiri dari bak biofilter anaerob-aerob, aerasi, unit lumpur aktif, dalam kolam stabilisasi.

a. Bak biofilter anaerob-aerob

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

b. Bak aerasi

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

4. Pembunuhan bakteri (desinfeksi)

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

5. Pengolahan lanjutan (ultimate disposal)

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

F. Baku mutu air limbah

Dalam pengolahan air limbah itu sendiri, terdapat beberapa parameter kualitas yang di gunakan. Parameter kualitas air limbah dapat di kelompokkan menjadi tiga, yaitu parameter organik, karakter fisik, dan kontaminan spesifik. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah.

1. Parameter Fisika

a. Total Suspended Solids (*TSS*)

Total Suspended Solid (*TSS*) adalah salah satu parameter kualitas limbah cair yang menyatakan besar kecilnya tingkat pencemaran terhadap limbah cair. Semakin tinggi nilai *TSS*, semakin tinggi tingkat pencemaran suatu perairan (Manik, 2003). Padatan tersuspensi dalam limbah cair umumnya terdiri dari *fitoplankton*, *zooplankton*, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, dan limbah cair.

b. Minyak dan lemak

Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetep dan sukar diuraikan bakteri. Minyak mempunyai berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air. Kondisi ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi Minyak dan Lemak 10 mg/L.

2. Parameter kimia

a. *Biochemical oxygen demand* (BOD)

BOD adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umayal dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991).

Mays (1996) mengartikan BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dari pengertian ini dapat dikatakan bahwa walaupun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah terurai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan.

BOD adalah suatu pengukuran pendekatan jumlah biokimia yang terdegradasi di perairan. Hal ini didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh proses mikro organisme aerob untuk mengoksidasi menjadibahan

anorganik. Metode ini merupakan subyek dari berbagai faktor sebagai misalnya kebutuhan O₂ yang diperlukan respirasi mikro organisme dan oksidasi ammonia, nitrat oleh aktivitas bakteri. Air yang tidak terpolusi biasanya mempunyai BOD 2 mg/l, air yang menerima buangan limbah mempunyai BOD > 10 mg/l khususnya di dekat intake. Air limbah mempunyai kadar BOD sekitar 600 mg/l, limbah yang telah diperlakukan dengan baik mempunyai kadar BOD sekitar 20 mg/l. Prinsip pengukuran BOD pada dasarnya cukup sederhana, yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO_i) dari sampel segera setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis kadar BOD cukup lama karena karena diperlukan benih bakteri yang teraklimatisasi dan aktif dalam konsentrasi yang tinggi kemudian diperlakukan pendahuluan tertentu bila perairan diindikasikan mengandung bahan toksik, dan efek atau pengaruh dari organisme nitrifikasi harus dikurangi. kondisi gelap dan suhu tetap (20°C) yang sering disebut dengan DO₅.

Selisih DO_i dan DO₅ (DO_i - DO₅) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L). Pengukuran oksigen dapat dilakukan secara analitik dengan cara titrasi (metode Winkler, iodometri) atau dengan menggunakan alat yang disebut DO meter yang dilengkapi dengan probe khusus. Jadi pada prinsipnya dalam kondisi gelap agar tidak terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen, dan dalam suhu yang tetap selama lima hari, diharapkan hanya terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga yang terjadi hanyalah penggunaan oksigen, dan oksigen tersisa ditera sebagai DO₅. Yang penting diperhatikan dalam hal ini adalah

mengupayakan agar masih ada oksigen tersisa pada pengamatan hari kelima sehingga DO5 tidak nol. Bila DO5 nol maka nilai BOD tidak dapat ditentukan. Pengukuran BOD memerlukan kecermatan tertentu mengingat kondisi sampel atau perairan yang sangat bervariasi, sehingga kemungkinan diperlukan penetralan pH, pengenceran, aerasi, atau penambahan populasi bakteri. Pengenceran dan/atau aerasi diperlukan agar masih cukup tersisa oksigen pada hari kelima.

Secara rinci metode pengukuran BOD diuraikan dalam APHA (1989), Umay dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991) atau referensi mengenai analisis air lainnya. Karena melibatkan mikroorganisme (bakteri) sebagai pengurai bahan organik, maka analisis BOD memang cukup memerlukan waktu. Oksidasi biokimia adalah proses yang lambat. Dalam waktu 20 hari, oksidasi bahan organik karbon mencapai 95 – 99%, dan dalam waktu 5 hari sekitar 60 – 70% bahan organik telah terdekomposisi (Metcalf & Eddy, 1991).

Lima hari inkubasi adalah kesepakatan umum dalam penentuan BOD. Bisa saja BOD ditentukan dengan menggunakan waktu inkubasi yang berbeda, asalkan dengan menyebutkan lama waktu tersebut dalam nilai yang dilaporkan (misal BOD7, BOD10) agar tidak salah dalam interpretasi atau membandingkan. Temperatur 20°C dalam inkubasi juga merupakan temperatur standar. Temperatur 20°C adalah nilai rata-rata temperatur sungai beraliran lambat di daerah beriklim sedang (Metcalf & Eddy, 1991) dimana teori BOD ini berasal.

Untuk daerah tropis seperti Indonesia, bisa jadi temperatur inkubasi ini tidaklah tepat. Temperatur perairan tropik umumnya berkisar antara 25 – 30°C,

dengan temperatur inkubasi yang relatif lebih rendah bisa jadi aktivitas bakteri pengurai juga lebih rendah dan tidak optimal sebagaimana yang diharapkan. Ini adalah salah satu kelemahan lain BOD selain waktu penentuan yang lama tersebut. Namun demikian, pemeriksaan kadar BOD masih digunakan sampai sekarang terutama jika ada hubungannya dengan pengolahan air limbah berikut alasannya:

- 1) BOD penting untuk mengetahui perkiraan jumlah oksigen yang akan diperlukan untuk menstabilkan bahan organik yang ada secara biologi
- 2) Untuk mengetahui ukuran fasilitas unit pengolahan limbah
- 3) Untuk mengukur efisiensi suatu proses perlakuan dalam pengolahan limbah
- 4) Untuk mengetahui kesesuaiannya dengan batasan yang diperolehkan bagi pembuangan limbah

Selama pemeriksaan BOD contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan. Hal ini penting diperhatikan mengingat kelarutan oksigen dalam air terbatas. (Salmin, 2000)

b. *Chemical oxygen demand (COD)*

Kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan-bahan organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Hasil penetapan COD banyak digunakan untuk pengukuran beban pencemaran dari suatu buangan rumah tangga dan industri. (Agusnar,2008) Metoda standar penentuan kebutuhan oksigen kimiawi atau *Chemical Oxygen Demand (COD)* yang digunakan saat ini adalah metoda yang melibatkan penggunaan oksidator kuat kalium bikromat, asam sulfat pekat, dan perak sulfat sebagai katalis. Kepedulian akan aspek kesehatan lingkungan mendorong perlunya peninjauan kritis metoda standar penentuan COD tersebut, karena adanya keterlibatan bahan-bahan berbahaya dan beracun dalam proses analisisnya (Nurdin, 2009). COD juga merupakan parameter yang umum dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah. COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimia bahan organik di dalam air. Uji COD dapat dilakukan lebih cepat dari pada uji BOD, karena waktu yang diperlukan hanya sekitar 2 jam. *Chemical Oxygen Demand (COD)* atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung didalam air dan diukur dalam satuan ppm. Oksigen yang terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat pengotor air baku. Semakin besar oksigen yang terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil. Rendahnya nilai oksigen

terlarut berarti beban pencemaran meningkat sehingga koagulan yang bekerja untuk mengendapkan koloida harus bereaksi dahulu dengan polutan - polutan dalam air menyebabkan konsumsi bertambah. *Chemical Oxygen Demand* (COD) yaitu jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air dimana peoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka yang ditunjukkan COD merupakan ukuran bagi pencemaran air dari zat-zat organik yang secara alamiah dapat mengoksidasi melalui proses mikrobiologi dan dapat juga mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh larutan K₂Cr₂O₇ dalam keadaan asam yang mendidih.

c. pH

pH adalah derajat kesamaan pada air dan diukur dengan pH meter. Kesamaan di tetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi pH 6-9.

G. Dampak air limbah

Menurut Said, NI, 1999, ditinjau dari segi kesehatan, secara umum bahaya atau resiko kesehatan yang berhubungan dengan pencemaran air dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni bahaya baha langsung dan bahaya tidak langsung. Baya langsung terhadap kesehatan masyarakat dapat terjadi akibat mengkonsumsi air yang tercemar atau air dengan kualitas yang buruk, baik secara langsung diminum, melalui makanan, bahkan melalui kegiatan sehari-hari, misalnya

pencucian peralatan makanan, mandi atau rekreasi. Sedangkan bahaya tidak langsung dapat terjadi misalnya akibat mengkonsumsi hasil perikanan dimana produk-produk tersebut dapat mengakumulasi zat-zat polutan berbahaya. Disamping itu, resiko kesehatan dapat diakibatkan oleh polutan senyawa kimia yang tidak menimbulkan gejala akut, akan tetapi dapat berpengaruh terhadap kesehatan karena adanya pemajanan yang terus menerus pada dosis yang rendah

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

1. Terhadap kesehatan

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

2. Gangguan terhadap kehidupan biotik

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

3. Gangguan terhadap keindahan

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

4. Gangguan terhadap kerusakan benda

Apabila air limbah memiliki kadar pH yang bersifat asam atau basa, akan mengakibatkan rusaknya benda-benda yang di lalui limbah tersebut. Lemak pada air limbah akan menyebabkan akan terjadinya penyumbatan dan akan membocorkan saluran air limbah. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan materil karena biaya perawatan yang semakin besar (Sugiharto, 1987).

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

- 1) Tifoid, disebabkan oleh kuman *Salmonella thyposa*
- 2) Kolera, disebabkan oleh bakteri *Vibrio kolera*
- 3) Leptospirosis, disebabkan oleh bakteri *spirochaeta*
- 4) Giardiasis, dapat menimbulkan diare disebabkan oleh sejenis *protozoa*
- 5) Disentri, disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*

H. Pengertian Filtrasi

Dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidoksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan

senyawa organik. Oleh karena itu cara pengolahannya pun harus disesuaikan dengan bentuk senyawa Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air yang akan diolah.

Digunakannya media filter atau saringan karena merupakan alat filtrasi atau penyaringan, memisahkan campuran solida dengan media porous atau material porous lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin padatan tersuspensi yang paling halus. Penyaringan ini merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*).

Filtrasi adalah proses pemisahan solid liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquid (Widyastuti dan Sari, 2011). Filtrasi adalah proses penyaringan air secara fisik, kimia dan biologi, filtrasi ini bertujuan untuk memisahkan atau menyaring partikel-partikel yang tidak dapat mengendap. Proses filtrasi ini merupakan pengolahan air dengan cara mengalirkan air pada suatu alat dengan melewati media filtrasi yang tersusun dari berbagai macam bahan dengan diameter dan ketebalan tertentu. Filtrasi merupakan proses pengolahan air yang dapat menurunkan kadar kontaminasi seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan Fe sehingga air yang telah terkontaminasi dapat memenuhi standar kualitas air bersih.

filtrasi (penyaringan) adalah pemisah partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida tersebut melewati suatu medium penyaring atau septum, dimana zat padat itu tertahan. Istilah medium penyaringan dapat dikatakan juga sebagai medium berpori (filter cloth). Dalam operasi filtrasi, partikel-partikel padatan tersuspensi dalam cairan atau gas dihilangkan secara fisika atau mekanis dengan cara melewatkannya melalui medium penyaring tersebut. Di dalam

campuran zat zair, partikel-partikel padat tersuspensidapat berupa partikel yang sangat halus, partikel tegar (rigid) atau plastis, berbentuk bulat atau beragam dan partikel agregat atau individual (diskrit) (Geankoplis, 1987).

Dalam semua jenis filtrasi campuran atau bubur mengalir sebagai akibat dari beberapa kekuatan pendorong, yaitu, gravitasi, tekanan (atau vakum), atau gaya sentrifugal. Dalam setiap kasus media filter mendukung partikel sebagai kue berpori. Kue ini, didukung oleh media filter, mempertahankan partikel padat dalam bubur yang menambahkan lapisan berturut-turut, metode deposisi dan penghilangan kue yang berbeda, dan berbagai cara untuk menghilangkan filtrat dari cake setelah pembentukannya menghasilkan berbagai macam peralatan filter. Secara umum, filter dapat diklasifikasikan menurut sifat kekuatan pendorong yang memulai penyaringan. (Brown, 1984)

1. Tabung Filter

Tabung Filter berfungsi untuk menjernihkan air limbah dan menghilangkan bahan organik maupun bahan anorganik yang masih mungkin tersisa pada air limbah. Dengan adanya Tabung Filter diharapkan dapat kadar logam berat, seperti parameter Cadmium, Kromium, Timbal dan Sianida dalam air limbah hilang atau sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

2. Jenis-jenis filter

Ada dua jenis proses penyaringan yang umum digunakan, yaitu penyaringan lambat dan penyaringan cepat. Berdasarkan jenis filter media granular (butiran). Media jenis granular yang paling baik mempunyai ukuran butiran yang membentuk pori-pori cukup besar agar partikel pada air limbah bisa tertahan. Butiran juga dapat membentuk pori yang cukup halus sehingga dapat menahan suspensi (Setyono, 2009).

Filter memiliki beberapa tipe pengolahan berdasarkan media yang digunakan. Media yang digunakan bermacam-macam sesuai dengan jenis media yang akan digunakan. Berikut adalah jenis – jenis media yang umum digunakan ;

- a. Single media , single media biasanya menggunakan pasir kuarsa atau pasir silika
 - b. Dual media , dual media sering digunakan filter dengan pasir kuarsa dilapisan bawah dan anthrasit pada lapisan atas.
3. Kriteria perencanaan media filter untuk pengolahan air limbah

Perencanaan pembuatan unit filtrasi mempunyai beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mencapai hasil yang optimal dan sesuai dengan teori yang telah ada. Secara umum filtrasi adalah proses yang digunakan pada pengolahan air bersih untuk memisahkan bahan pengotor (partikulat) yang terdapat dalam air. Pada proses filtrasi air merembes dan melewati media filter sehingga akan terakumulasi pada permukaan filter dan terkumpul sepanjang kedalaman media yang dilewatinya. Filter juga mempunyai kemampuan untuk memisahkan partikulat semua ukuran termasuk di dalamnya algae, virus, dan koloid-koloid tanah (Selintung, 2012). Pada filtrasi dengan media berbutir, terdapat mekanisme filtrasi sebagai berikut:

- a. Penyaringan secara mekanis (mechanical straining)
- b. Sedimentasi
- c. Adsorpsi atau gaya elektrokinetik
- d. Koagulasi dalam filter bed
- e. Aktivitas biologis

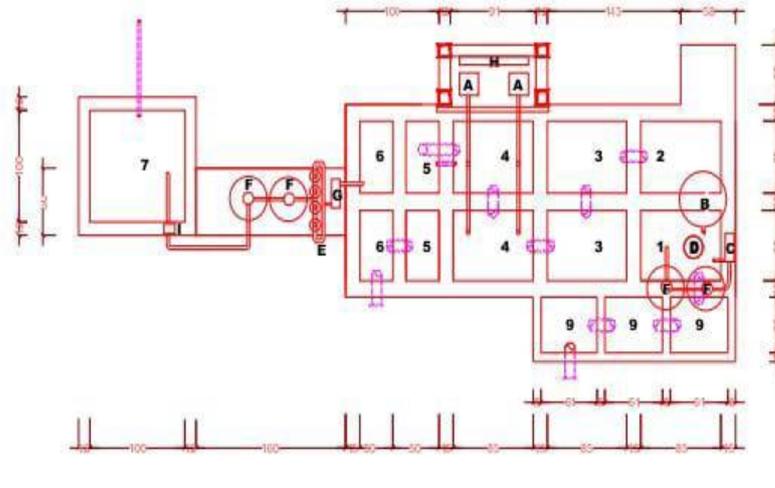
Menurut Baker (1948) dalam Selintung (2012), menyebutkan filtrasi airmelalui pasir dan kerikil. Walaupun sejumlah modifikasi telah dibuat denganberbagai macam cara, filtrasi tetap menjadi salah satu teknologi mendasar terkaitdengan pengolahan air. Penggunaan media filter atau saringan berdasarkan padafunginya yaitu, memisahkan campuran solid dan liquid untuk melakukan sebanyakmungkin pemisahan padatan tersuspensi yang paling halus. Penyaringan inimerupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimanaprosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (primary treatment).

Tujuan filtrasi:

- 1) Memanfaatkan limbah atau air kotor untuk dapat digunakan kembali
- 2) Mengurangi resiko meluapnya limbah atau air kotor
- 3) Mengurangi terbatasnya air bersih menggunakan pembuatan filtrasi air
- 4) Mengurangi penyakit yang disebabkan air kotor

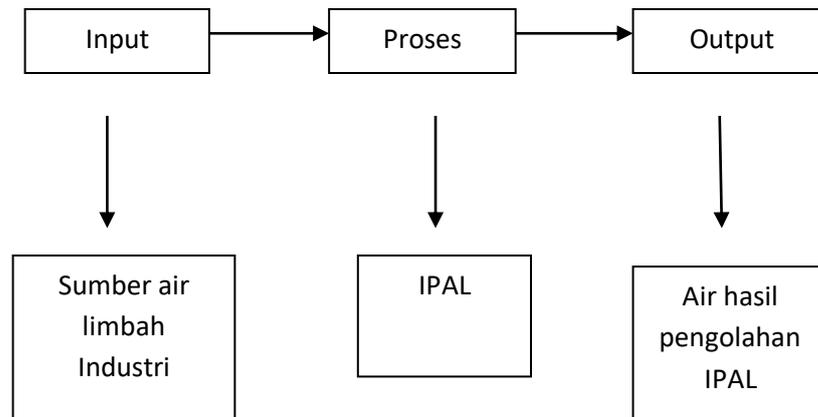
Manfaat filtrasi:

- a) Air keruh yang dipakai dapat berasal dari mana saja, seperti sawah, sungai, dan air kotor lainnya.
- b) Bisa menghilangkan bau yang tidaak sedap di air yang keruh.
- c) Bisa mengubah air keruh menjadi air bening
- d) Menghilangkan pencemaran yang berada di dalam air maupun mengurangi kadarnya.



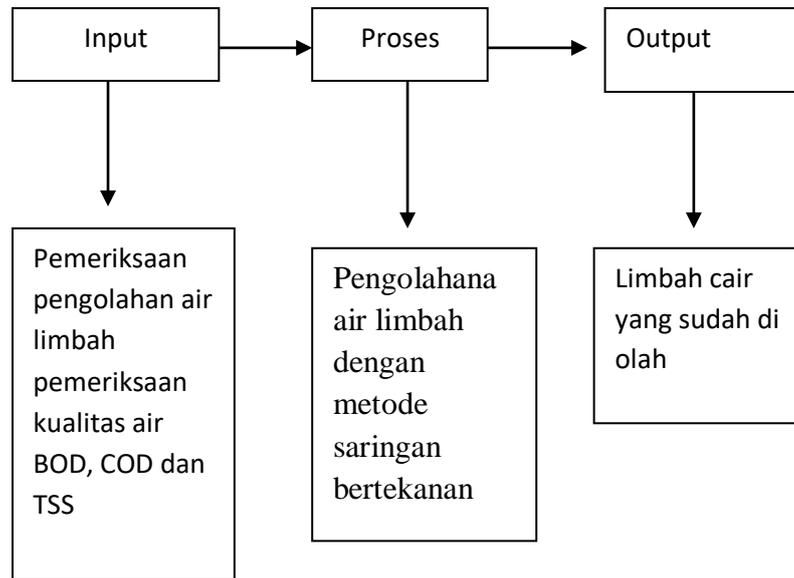
Gambar 2.1 Desain IPAL PT SUCOFINDO

I. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

J. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka konsep

NO	VARIABEL	PENGERTIAN	CARA UKUR	ALAT UKUR	HASIL UKUR	SKALA UKUR
1.	Sumber air limbah industri	Setiap ruangan yang menghasilkan air limbah dan mengalirkan limbah cair ke IPAL	Pengambilan sampel	Kuesioner	Jumlah ruangan yang menghasilkan limbah cair	Nominal
2.	BOD	Jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dengan air.	Titrasi	Iodometri	Mg/l	Ordinal
3.	COD	Ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara ilmiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.	Titrasi	Titrimetri	Mg/l	Ordinal
4.	TSS	Zat-zat padat yang tersuspensi	Metode Gravimetri	Titrasi	Mg/l	Ordinal
6.	Saringan bertekanan	Tabung fiber setinggi 1,2m yang berisi pasir silika 50cm dan karbon aktif 50cm	Pengukuran	meter	Volume diameter dan tinggi	Ordinal