

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Industri Kertas

Kertas menurut Kamus Indonesia adalah barang yang terbuat dari bubur jerami atau kayu dan sebagainya yang dibuat lembaran untuk ditulisi atau pembungkus. Menurut Kementerian Perindustrian (1982), kertas adalah lembaran yang terdiri dari serat selulosa yang saling mengikat dan dihasilkan dari kompresi serat dan pulp.

Industri kertas merupakan salah satu industri penting di Indonesia karena berkontribusi besar terhadap pendapatan negara (Kristaufan et al., 2010). Menurut kementerian perindustrian produksi kertas pada tahun 2013 sebesar 13.000.000 ton per tahun dan diperkirakan akan terus meningkat pada tahun-tahun berikutnya (Saragih & Maulana, 2015). Jumlah produksi kertas meningkat sekitar 1% per tahun terakhir (Priadi, 2016).

Perkembangan industri sendiri menghasilkan produk yang sangat bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat, tetapi tak jarang merugikan masyarakat yaitu pencemaran lingkungan akibat buang limbah industri (Trisnawati & Saputra, 2019). Industri kertas adalah industri yang menggunakan air dalam jumlah banyak sebagai pendukung proses di dalam pembuatan bubur kertas. Air dibutuhkan untuk proses pencucian, pemasakan, bleaching, transportasi, pengolahan bahan kimia dan pembuatan kertas (Karat, 2013). Industri kertas dianggap sebagai salah satu industri terbesar karena menghasilkan limbah berbahaya dan beracun (Arshad et al., 2017). Industri kertas menghasilkan sejumlah limbah cair yang mengandung lignin dengan konsentrasi tinggi yang menyebabkan warna coklat dan konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) tinggi (Gernaningsih, 2016). Lignin yang terdapat dalam limbah industri kertas mengakibatkan deposit pada dasar sungai dan bau tak sedap jika terdekomposisi (Dahlan, 2011). Industri kertas juga menghasilkan senyawa organik dan logam berat sebesar 8% yang terdapat di sludge limbah akibat penambahan bahan kimia yang digunakan (de Azevedo et al., 2019).

## 2.2. Bahan Baku dan Bahan Pendukung

### 2.2.1 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan terdiri dari dua jenis bahan baku yaitu OCC (Old Corrugated Carton Box / karton yang bergelombang) dan mix waste contohnya kertas koran, buku tulis dan majalah bekas. Pada tahap stock preparation (penyediaan stok) bahan baku berupa kertas bekas akan diubah menjadi buburan dengan spesifikasi tertentu.



Gambar 1 Stock preparation

### 2.2.2 Bahan Pendukung

Untuk merekatkan serat-serat diperlukan bahan pendukung lain saat kertas akan dicetak. Bahan pendukung tersebut antara lain:

#### 1. Tapioka (Starch)

Tapioka berfungsi untuk mengikat serat-serat dan campuran dengan bahan kimia lain. Tapioka ini diolah dalam tangki pengolahan tapioka dengan cara mencampur tepung tapioka dengan air dan dipanaskan pada suhu 50°C.

#### 2. Aluminium Sulfat ( $Al_2SO_4$ )

Pada industri kertas setiap tahapannya pasti menggunakan alum dan belum ada zat yang bisa menggantikan peranannya (Nisa, 2018). Fungsi aluminum sulfat ini yaitu sebagai bahan koagulan.

## 2.3. Limbah Cair

### 2.3.1 Pengertian

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (domestik) maupun industri. Limbah cair industri adalah buangan hasil proses/sisa dari suatu kegiatan/usaha yang berwujud cair dimana kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang (Asmadi& Suharno,2012).

Karakteristik air limbah industri kertas sangat tergantung dari jenis kertas yang diproduksi dan unit proses apa yang digunakan dalam produksinya. Komposisi dari bahan baku dan jumlah bahan kimia yang digunakan akan mempengaruhi karakter air limbah yang dihasilkan. Limbah cair secara umum dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Limbah sanitasi, contoh dari limbah sanitasi adalah WC/kamar mandi
- Limbah proses, berasal dari proses pengolahan bahan dalam operasi
- Limbah yang berasal dari pendingin (cooling water)
- Limbah dari ketel (boiler)
- Limbah yang berasal dari operasi pembersihan peralatan

Limbah cair yang dibuang ke lingkungan dapat mengakibatkan ketidakseimbangan lingkungan apabila dibuang ke badan air penerima tanpa pengolahan terlebih dahulu. Apabila jumlah senyawa yang terkandung dalam limbah cair melebihi standar yang telah ditetapkan, maka air tersebut sudah tidak dapat dibersihkan lagi sebagaimana mestinya. Dampak pembuangan limbah cair terhadap lingkungan adalah sebagai berikut (Siagian, 2014):

Tabel 1 Dampak pembuangan limbah lingkungan

| Kontaminan                            | Dampak lingkungan                            |
|---------------------------------------|--|
| Padatan tersuspensi                   | Terjadi endapan lumpur dan kondisi anaerobik |
| Senyawa organik terbiodegradasi       | Pemakaian oksigen berlebihan dalam badan air |
| Organisme patogen                     | Menyebarkan penyakit                         |
| Logam berat                           | Toksik                                       |
| Senyawa organik tidak terbiodegradasi | Menimbulkan bau dan rasa, beracun            |
| Nutrien tumbuhan                      | Problem proses eutrofikasi                   |

(Sumber : Metcalf & Eddy, 1990)

Dengan adanya senyawa tersebut dalam jumlah yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, maka akan mengakibatkan perubahan dalam lingkungan, yaitu :

1. Terganggunya kehidupan makhluk hidup di dalam air
2. Mempercepat timbulnya proses pengkaratan pada permukaan alat yang kontak langsung dengan air
3. Menurunnya daya guna air lingkungannya
4. Meningkatnya pertumbuhan beberapa jenis tumbuhan air
5. Terganggunya penggunaan air sebagai air minum, air pencuci, pertanian, perikanan, dan air untuk industri

### 2.3.2 Sifat Fisik

Sifat fisik air limbah yang perlu diketahui adalah kandungan total solid, bau, temperatur, warna, konduktivitas dan turbidity.

#### a. Total solid

Adalah semua materi yang tersisa setelah proses evaporasi pada suhu  $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ .

#### b. Bau

Berasal dari gas-gas yang dihasilkan selama dekomposisi bahan organik dari air limbah atau karena penambahan zat-zat ke air limbah.

#### c. Temperatur

Temperatur ini mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Semakin tinggi temperatur air (di atas  $20^{\circ}\text{C}$ ) maka konsentrasi oksigen dalam air berkurang atau sebaliknya.

#### d. Warna

Air limbah yang berwarna banyak menyerap oksigen dalam air, sehingga dalam waktu lama akan membuat air berwarna hitam dan berbau.

#### e. Turbidity

Kekeruhan diukur dengan perbandingan antara intensitas cahaya yang dipendarkan oleh sampel air limbah dengan cahaya yang dipendarkan oleh suspensi standar pada konsentrasi yang sama.

### 2.3.3 Sifat Kimia

#### a. Zat organik



Sekolah Pascasarjana

Untuk mengetahui tingkat pencemaran sisa zat organik dalam air limbah dilakukan pemeriksaan COD dan BOD. COD (Chemical Oxygen Demand) digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air dan air limbah dengan reduksi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  secara spektrofotometri (SNI 06.6989.2:2019). Parameter COD digunakan untuk memberikan indikasi jumlah seluruh senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair. Sedangkan BOD (Biochemical Oxygen Demand) digunakan untuk menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air limbah, effluen atau air yang tercemar yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya (SNI 06.6989.72:2009). Parameter BOD digunakan sebagai indikator dari banyaknya senyawa organik terurai yang dikandung dalam limbah cair.

b. Zat anorganik

Zat anorganik dapat berupa logam berat antara lain kromium, arsen, nikel, cadmium, tembaga, iron, mangan dan aluminium. Logam-logam berat dalam konsentrasi tertentu dapat membahayakan kesehatan manusia.

### 2.3.4 Sifat Biologi

Pada air limbah, mikrobiologi biologi menjadi dasar untuk mengontrol timbulnya penyakit yang dikarenakan organisme pathogen. Misalnya bakteri dan mikroorganisme lainnya yang terdapat dalam air limbah mempengaruhi komposisi dan stabilitasi senyawa organik.

## 2.4. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah sebuah struktur yang dirancang untuk mereduksi kandungan biologis dan kimiawi dari air limbah sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain. Fungsi dari IPAL mencakup :

- Pengolahan air limbah pertanian, yaitu untuk mengolah kotoran hewan, residu pestisida, dan sebagainya dari lingkungan pertanian.
- Pengolahan air limbah perkotaan, yaitu untuk mengolah limbah manusia dan limbah rumah tangga lainnya.
- Pengolahan air limbah industri, yaitu untuk mengolah limbah cair dari aktivitas manufaktur sebuah industri dan komersial, termasuk juga aktivitas pertambangan.

Pengolahan limbah cair yang dihasilkan oleh suatu proses industri untuk menurunkan kadar polutan yang ada pada limbah sehingga aman bagi lingkungan (Asmadi & Suharno, 2012).

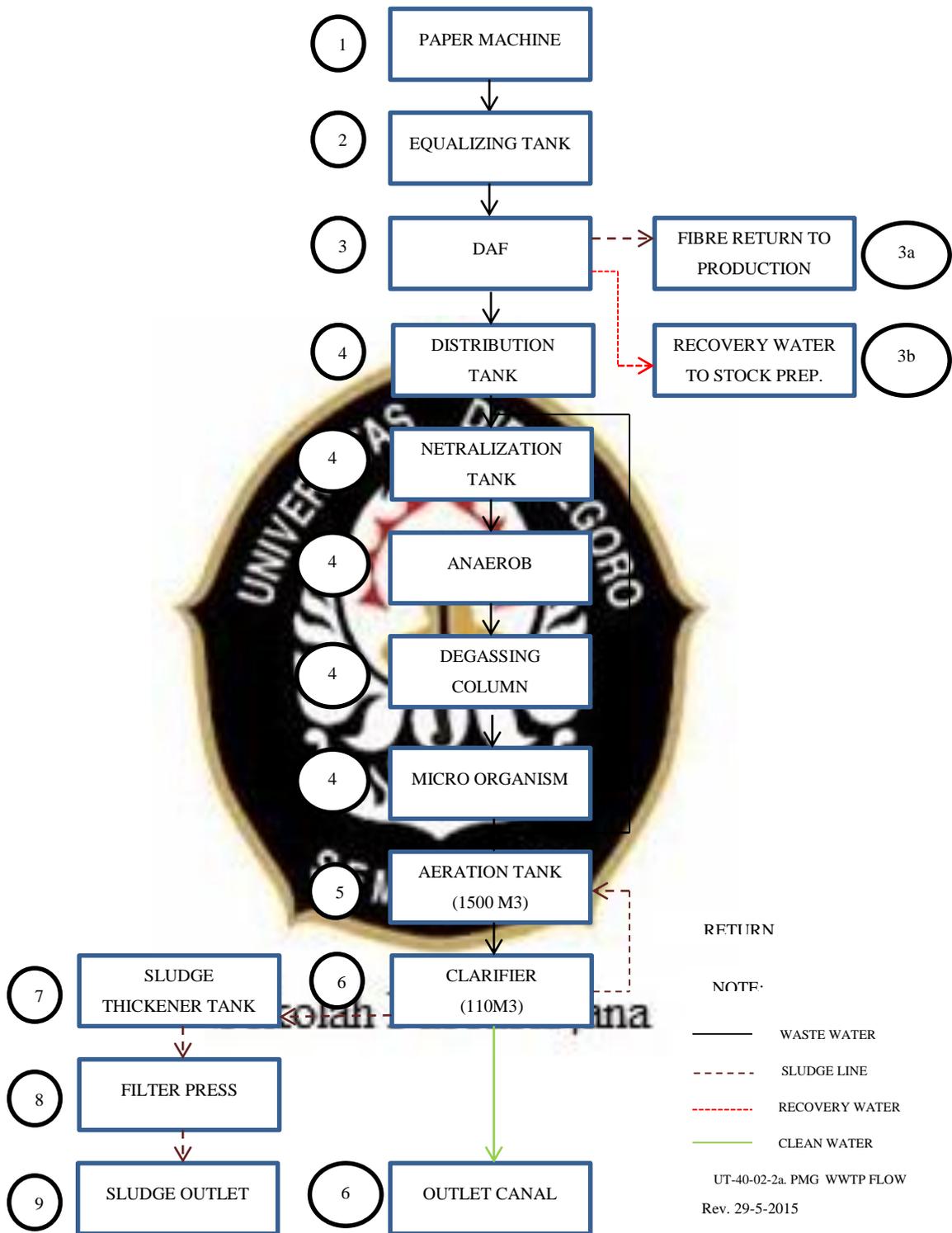
Hal-hal yang merupakan faktor pembatas dalam pembangunan IPAL adalah menyangkut aspek biaya investasi, biaya operasional dan ketersediaan lahan. Kendala yang paling utama adalah masalah biaya pembuatan instalasi pengolahan limbah yang tinggi dan tidak semua industri mampu membuatnya (Fitria & Eris, 2009). Desain teknologi suatu IPAL sebaiknya murah, sederhana, mudah dioperasikan tetapi hasil air limbahnya memenuhi persyaratan yang ditetapkan pemerintah.

Adapun skema pengolahan air limbah di PT Z disajikan pada gambar berikut :



Sekolah Pascasarjana

### PMG-WWTP FLOW



Gambar 2 Alur Pengolahan Air Limbah PT Z  
Sumber : PT Z

### 2.4.1 Pengolahan Secara Fisika

Pengolahan ini bertujuan untuk menyisahkan atau memisahkan bahan pencemar tersuspensi atau melayang yang berupa padatan dari dalam air limbah. Dilakukan dengan dua cara yaitu penyaringan dan pengendapan. Proses penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau padatan terapung yang relatif besar sedangkan proses pengendapan (sedimentasi) bertujuan untuk memisahkan padatan dengan gaya gravitasi (Indrayani & Rahmah, 2018). Efektivitas proses sedimentasi dalam memisahkan partikel padatan dipengaruhi oleh bilangan Reynold maupun bilangan Froude (Asmadi & Suharno, 2012).

### 2.4.2 Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air limbah secara kimia bertujuan menghilangkan partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), mengendapkan limbah cair dengan cara menambahkan bahan kimia tertentu agar terjadi reaksi kimia untuk menyisahkan bahan polutan. Hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika (Indrayani & Rahmah, 2018). Zat-zat pengendap yang ditambahkan biasanya adalah kapur, aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$ , dan *PAC (Poly Aluminium Chloride)*.

### 2.4.3 Pengolahan Secara Biologi

Pengolahan ini memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Pengolahan limbah secara biologi ini dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien (Indrayani & Rahmah, 2018). Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi anaerobik dan aerobik. Proses biologis aerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi (Rahadi *et al.*, 2018).

Pengolahan air limbah biologis secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga yakni proses biologis dengan biakan tersuspensi (suspended culture), proses biologis dengan biakan melekat (attached culture) dan proses pengolahan dengan sistem lagoon atau kolam. Proses biologis dengan biakan tersuspensi adalah sistem pengolahan dengan menggunakan aktifitas mikro-organisme untuk menguraikan senyawa polutan yang ada dalam air dan mikro-organime yang digunakan dibiakkan secara tersuspesi di dalam suatu reaktor. Beberapa contoh proses pengolahan dengan sistem ini antara lain : proses lumpur aktif standar/konvensional (standard activated sludge), step aeration, contact stabilization, extended

aeration, oxidation ditch (kolam oksidasi sistem parit). Proses biologis dengan biakan melekat yakni proses pengolahan limbah dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media limbah dengan cara ini antara lain : trickling filter, biofilter tercelup, reaktor kontak biologis putar (rotating biological contactor, RBC), contact aeration/oxidation (aerasi kontak). Proses pengolahan air limbah secara biologis dengan lagoon atau kolam adalah dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama sehingga dengan aktifitas mikroorganisme yang tumbuh secara alami, senyawa polutan yang ada dalam air akan terurai. Contoh proses pengolahan air limbah dengan cara ini adalah kolam aerasi atau kolam stabilisasi (stabilization pond). (Said, 2000).

#### 2.4.3.1 Pengolahan Air Limbah dengan Activated Sludge

Pengolahan air limbah dengan proses lumpur aktif konvensional (standar) secara umum terdiri dari bak pengendapan awal, bak aerasi dan bak pengendapan akhir, serta bak klorinasi untuk membunuh bakteri patogen. Bak pengendapan awal berfungsi untuk menurunkan padatan tersuspensi (SS) sekitar 50% serta BOD sekitar 25%. Air limpasan dari bak pengendapan awal dialirkan ke bak aerasi secara gravitasi. Di dalam bak aerasi ini air limbah dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan memusnahkan zat organik yang ada dalam air limbah. Energi yang didapatkan dari hasil oksidasi zat organik tersebut digunakan untuk proses pernapasannya yang nantinya akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. Lumpur aktif yang mengandung mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi. Air limpasan dari bak pengendapan akhir dialirkan ke bak klorinasi. Air yang keluar dari proses klorinasi dibuang ke sungai atau saluran umum.

Keunggulan proses lumpur aktif dapat mengolah air limbah dengan beban BOD yang besar, sehingga tidak memerlukan tempat yang besar. Cocok digunakan untuk mengolah air limbah dalam jumlah yang besar. Sedangkan kelemahannya antara lain terjadinya bulking pada lumpur aktif, terjadi buih, serta jumlah lumpur yang dihasilkan cukup besar (Said, 2002)



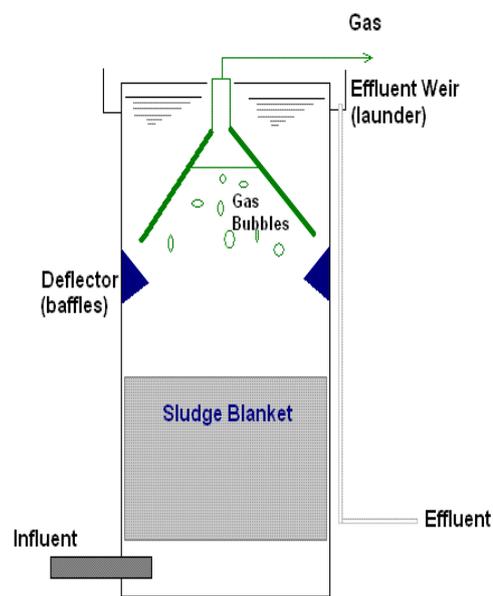
Gambar Instalasi Pengolahan Air Limbah PT Z

#### 2.4.3.2 Pengolahan Air Limbah dengan menggunakan Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

UASB atau anaerobic granular sludge blanket adalah sebuah sistem dimana air limbah dimasukkan ke tangki anaerobic yang di dalamnya terdapat sludge yang mengandung mikro organisme (sludge blanket) kemudian diproses hingga menghasilkan biogas (Jannah, 2017). Prinsip kerja UASB sebagai berikut : Limbah cair dimasukkan ke dalam tangki dari arah bawah reaktor dan kemudian limbah cair tersebut mengalir ke atas melewati lumpur bed anaerobik di mana mikro-organisme dalam lumpur akan kontak dengan substrat limbah cair. Disisi lain, Sludge bed yang terdiri dari mikro-organisme yang tumbuh secara alami dalam bentuk granul diameter 0.5 sampai 2 mm mempunyai kecepatan pengendapan tinggi sehingga dapat melawan terjadinya wash out dari sistem pada beban hidrolis yang tinggi. Proses degradasi anaerobik akan menghasilkan gas (termasuk biogas), dan gerakan gelembung gas yang dilepaskan ke atas menyebabkan pergolakan hidrolis sehingga reaktor membaaur secara alami tanpa menggunakan mesin pengaduk. Di bagian atas reaktor, terjadi pemisahan dari

padatan, cair dan gas oleh tiga-tahap alat pemisah (juga dikenal pemisah gas-cair-padat) (Djoko, 2007)

Kelebihan pada proses UASB adalah menghasilkan lumpur yang lebih sedikit, menghasilkan metana sebagai produk akhir yang dapat dijadikan sumber energi sebagai pemanas atau penghasil tenaga listrik, memungkinkan untuk beban organik yang tinggi. Kekurangan pada proses UASB adalah laju pertumbuhan mikroorganisme yang rendah, menghasilkan bau sulfida, membutuhkan penyangga yang tinggi untuk kontrol pH, dan efisiensi penyisihan yang rendah pada limbah encer. Skema proses reaktor UASB dapat dilihat pada gambar berikut:



Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)  
Reactor Process Schematics

Copyright (c) [wastewaterengineering.com](http://wastewaterengineering.com)

Gambar 4 Skema Proses Reaktor UASB

## 2.4.4 Unit-Unit IPAL PT Z

### 2.4.4.1 Unit Screening

Bertujuan untuk menyisahkan atau memisahkan bahan pencemar tersuspensi atau melayang yang berupa padatan dari dalam air limbah (Indrayani & Rahmah, 2018).

#### 2.4.4.2 Unit Ekualisasi

Bak ekualisasi adalah bak penampungan yang berfungsi untuk meminimumkan dan mengendalikan fluktuasi aliran limbah cair baik kuantitas maupun kualitas yang berbeda dan menghomogenkan konsentrasi limbah cair (Mubin, 2016). Kegunaan dari bak ekualisasi adalah sebagai penampung air limbah sehingga membuat air limbah bercampur sehingga menghasilkan air limbah yang homogen, menstabilkan debit dan konsentrasi air limbah yang masuk ke dalam IPAL (Mahatyanta, 2017).

#### 2.4.4.3 DAF ( Dissolved Air Flotation)

Flotasi adalah unit operasi untuk memisahkan fase cair atau fase padat dari fase cair. Pemisahan partikel dari cairannya pada proses flotasi didasarkan pada perbedaan berat jenis partikel. Apabila berat jenis partikel lebih kecil dari cairannya maka partikel akan terflotasi secara spontan, sedangkan partikel padat atau air yang berat jenisnya lebih besar dari cairannya dipisahkan dengan bantuan gelembung udara yang merupakan udara terlarut (Utama & Simorangkir, 2012). Proses dissolved flotation menggunakan gelembung halus atau microbubbles yang berdiameter 40-70 micron dan teknik yang umum digunakan adalah pressurization (Rahardjo, 2010).

#### 2.4.4.4 UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

Air limbah yang telah diolah dari DAF di pompa ke bak netralisasi. Dari bak netralisasi, air limbah di pompa dan bagian bawahnya dengan pompa centrifugal selanjutnya didistribusikan secara merata ke reaktor UASB. Air limbah menuju ke arah Sludge blanket berbentuk granular. Lumpur aktif yang mengendap di bak pengendap, sebagian endapan lumpur mikroba dikembalikan ke reaktor air limbah terolah menuju proses selanjutnya yaitu proses biologi *aerobic*.

#### 2.4.4.5 Sedimentasi Anaerobic

Fungsi dari unit ini adalah untuk membantu mengendapkan material biologi yang sangat mungkin terbawa dari reaktor UASB. Unit ini dilengkapi dengan pompa centrifugal yang terkoneksi dengan bak netralisasi serta ke tangki lumpur. Lumpur yang telah mengendap dikumpulkan dan di pompa ke bak pengendapan lumpur.

#### 2.4.4.6 PLA (Proses Lumpur Aktif)

Parameter penting yang mengendalikan operasi lumpur aktif adalah beban organik (BOD), suplay oksigen, dan pengendalian operasi bak sedimentasi akhir (Said, 2002). Di dalam pengolahannya terdapat bak aerasi dimana air limbah dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik air limbah (Said & Utomo, 2018).

Variabel perencanaan (*design variabel*) yang umum digunakan dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif adalah sebagai berikut :

1. Beban BOD (BOD loading rate atau *volumetric loading rate*). Beban BOD adalah jumlah massa BOD di dalam air limbah yang masuk (*influent*) dibagi dengan volume reaktor. Beban BOD dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Beban BOD} = \frac{Q \times S_0}{V} \text{ kg/ m}^3 \cdot \text{hari}$$

Dimana :

Q = debit air limbah yang masuk ( $\text{m}^3/\text{hari}$ )

S<sub>0</sub> = konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk ( $\text{kg/m}^3$ )

V = volume reaktor ( $\text{m}^3$ )

2. *Mixed-liquor suspended solids* (MLSS). MLSS adalah padatan dalam bak aerasi pada proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif disebut sebagai *mixed liquor* yang merupakan campuran antara air limbah dengan biomassa mikroorganisme serta padatan tersuspensi lainnya. MLSS adalah jumlah padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, yang terkandung di dalamnya adalah mikroorganisme. Sampel diambil dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring, kemudian filter yang kering pada temperatur  $105^\circ\text{C}$ , dan berat padatan dalam cotton ditimbang.
3. *Mixed-liquor volatile suspended solids* (MLVSS). Porsi material organik pada MLSS diwakili oleh MLVSS, yang berisi material organik bukan mikroba, mikroba hidup dan mati, dan hancur sel. MLVSS diukur dengan memanaskan terus sampel filter yang telah kering pada  $600\text{-}650^\circ\text{C}$ , dan nilainya mendekati 65-75% dari MLSS.
4. Food-to-microorganism ratio atau Food – to – mass ratio disingkat F/M Ratio. Parameter ini menunjukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikroorganisme di dalam bak aerasi atau reaktor. Besarnya

nilai F/M ratio umumnya ditunjukkan dalam kilogram BOD per kilogram MLSS per hari. F/M dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F/M = \frac{Q(S_0 - S)}{MLSS \times V}$$

Q = Laju alir limbah juta gallon per hari (MGD)

S<sub>0</sub> = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk ke bak aerasi (reaktor) (kg/m<sup>3</sup>)

S = Konsentrasi BOD di dalam effluent (kg/m<sup>3</sup>)

MLSS = *Mixed Liquor Suspended Solids* (kg/m<sup>3</sup>)

V = Volume reaktor atau bak aerasi (m<sup>3</sup>)

Rasio F/M dapat dikontrol dengan mengatur laju sirkulasi lumpur aktif dari bak pengendapan akhir yang dikulasi ke bak aerasi. Lebih tinggi laju sirkulasi lumpur aktif lebih tinggi pula rasio F/M-nya. Untuk pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif konvensional yang standar, rasio F/M adalah 0,2 – 0,5 kg BOD<sub>5</sub> per kg MLSS per hari. (N. Horn, 1989) Rasio F/M yang rendah menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam kondisi yang semakin rendah rasio F/M pengolah limbah semakin efisien.

5. *Hydraulic Retention Time* (HRT). Waktu tinggal hidrolik (HRT) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh aliran influent masuk ke bak aerasi untuk proses lumpur aktif, nilainya berbanding terbalik dengan laju pengenceran (dilution rate, D).

$$HRT = 1/D = V/Q$$

Dimana :

V = Volume reaktor atau bak aerasi (m<sup>3</sup>)

Q = Debit air limbah yang masuk kedalam tangki aerasi (m<sup>3</sup>/jam)

D = Laju pengenceran (jam<sup>-1</sup>)

6. *Ratio Sirkulasi Lumpur*. Ratio sirkulasi lumpur adalah perbandingan antara jumlah lumpur yang disirkulasikan ke bak aerasi dengan jumlah air limbah yang masuk ke dalam bak aerasi.

7. *Umur lumpur (sludge age)* atau sering disebut waktu tinggal rata-rata sel (*mean cell residence time*). Parameter ini adalah menunjukkan waktu tinggal rata-rata

mikroorganisme dalam sistem lumpur aktif. Jika HRT memerlukan waktu dalam jam, maka waktu tinggal sel mikroba dalam bak aerasi dapat dalam hitungan hari. Parameter ini berbanding terbalik dengan laju pertumbuhan mikroba. Umur lumpur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Umur Lumpur (Hari)} = \frac{MLSS \times V}{SSe \times Qe + SSw \times Qw}$$

Dimana :

MLSS = Mixed Liquor Suspended Solid (mg/l)

V = Volume bak aerasi (L)

SSe = Padatan tersuspensi dalam effluent (mg/l)

SSw = Padatan tersuspensi dalam sludge (mg/l)

Qe = Laju effluent limbah (m<sup>3</sup>/hari)

Qw = Laju influen limbah (m<sup>3</sup>/hari)

#### 2.4.4.7 Bak Sedimentasi

Berfungsi untuk memisahkan *actived sludge* (padatan lumpur aktif) dari *mixed liquor*.

#### 2.4.4.8 Post Coagulation

Proses ini dioperasikan untuk nilai hasil pengolahannya baik atau tidak memenuhi bahan baku limbah cair yang ditetapkan pemerintah.

#### 2.4.4.9 Pengolahan Lumpur

Tujuan utama dari unit pengolahan lumpur ini adalah mengurangi kadar air dan kandungan organik dari *sludge*. Lumpur hasil industri kertas memiliki karakteristik bahan organik 52,1% dan berpotensi untuk diolah dengan proses digestasi anaerob untuk mengubah senyawa organik tersuspensi menjadi senyawa terlarut menjadi biogas yang mengandung gas metan dan endapan lumpur yang mengandung unsur hara (Soetopo et al., 2011).

#### 2.4.5 Baku Mutu Industri Kertas

Sebagai perusahaan yang taat terhadap peraturan dan untuk ikut menjaga lingkungan, PT Z melakukan uji laboratorium untuk mengetahui kadar pencemar yang ada di inlet dan outlet IPAL setiap bulannya di laboratorium yang telah terakreditasi oleh KAN (Komite Akreditasi Nasional). Sesuai Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, dimana diatur baku mutu air limbah industri kertas sebagai berikut:

Tabel 2 Baku Mutu Industri Kertas

| Parameter        | Satuan | Baku Mutu |
|------------------|--------|-----------|
| BOD <sub>5</sub> | mg/L   | 90        |
| COD              | mg/L   | 175       |
| TSS              | mg/L   | 80        |
| pH               |        | 6,0 -9,0  |

## 2.5 Persepsi Masyarakat

Persepsi berasal dari bahasa Inggris yaitu *perception* yang memiliki arti wawasan, tanggapan. Persepsi merupakan aktivitas yang berorientasi pada seluruh apa yang ada dalam diri individu seperti perasaan, pengalaman, kemampuan berfikir, kerangka acuan dan aspek-aspek lain yang ada dalam diri individu akan ikut dalam persepsi tersebut (Walgito, 2000). Persepsi adalah proses memilih, menata, menafsir stimulus yang dilakukan seseorang agar mempunyai arti tertentu (Miller, 1997). Stimuli adalah rangsangan fisik, visual dan komunikasi verbal dan non verbal yang dapat mempengaruhi respon seseorang. Persepsi sebagai proses pengorganisasian, penginterpretasian terhadap stimulus yang diterima oleh organisme atau individu. Persepsi merupakan proses yang bermakna dan merupakan proses integral dalam diri individu. Menurut Boedojo (1986) persepsi setiap individu dapat sangat berbeda walaupun yang dirangsang sama.

Persepsi manusia terhadap lingkungan (*environmental perception*) merupakan persepsi spasial yakni sebagai interpretasi tentang suatu setting (ruang) oleh individu yang didasarkan atas latar belakang, budaya, nalar dan pengalaman individu tersebut. Setiap individu memiliki persepsi lingkungan yang berbeda terhadap objek yang sama karena tergantung dari latar belakang yang dimiliki. Menurut Walgito (dalam Boedojo 1986), sikap individu terhadap lingkungan dapat berupa:

1. Individu menolak lingkungan, yaitu bila individu tidak sesuai dengan keadaan lingkungan
2. Individu menerima lingkungan, yaitu bila keadaan lingkungan cocok dengan keadaan individu
3. Individu bersikap netral atau status quo, yaitu bila individu tidak mendapat kecocokan dengan keadaan lingkungan tetapi individu tersebut tidak mengambil langkah-langkah lebih lanjut dalam bersikap.

Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi adalah faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi perasaan, pengalaman, kemampuan berpikir, motivasi dan kerangka acuan. Faktor eksternal meliputi stimulus dan keadaan lingkungan terjadinya persepsi tersebut (Adrianto, 2006). Menurut Sarlito W Sarwono, faktor yang mempengaruhi persepsi antara lain perhatian, kesiapan mental seseorang terhadap rangsangan yang timbul, kebutuhan, sistem nilai (sistem yang berlaku dalam masyarakat), dan tipe kepribadian (Listyana, 2015).

Pengelolaan lingkungan merupakan usaha secara sadar untuk memelihara dan atau memperbaiki mutu lingkungan agar kebutuhan dasar dapat terpenuhi dengan sebaik-baiknya. Karena persepsi tentang kebutuhan dasar, terutama untuk kelangsungan hidup yang manusiawi, tidak sama untuk semua golongan masyarakat dan berubah-ubah dari waktu ke waktu, maka pengelolaan lingkungan harus bersifat lentur (Soemarwoto, 2004). Pengelolaan lingkungan bersifat lentur disini artinya pengelolaan lingkungan haruslah memiliki sejumlah alternatif solusi terhadap kondisi khusus maupun situasi yang berubah. Manusia dapat mempengaruhi lingkungan dengan cara mengolahnya serta lingkungan dengan segala perubahannya juga dapat mempengaruhi pola hidup manusia (Listyana, 2015).



Sekolah Pascasarjana