

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI MINUMAN

Indriyati

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

*The organic concentration of soft drink factory waste water has not high organic concentration, therefore one of the alternatives of the treatment technology is using aerobic system : **activated sludge**. On this observation can be seen that the system can be used as waste water treatment for soft drink that is not so high in COD contain and the criteria parameters design can be fulfilled by process parameters during operation the system. The parameters that are not fulfill the design parameters is caused by the shock loading of toxic material or by the high loading rate of substrate of waste water. Based on parameter criteria as mention above, the efficiency that can be reached of this process is about 61,22%*

Keywords: *activated sludge, softdrink*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri dan teknologi di berbagai bidang kehidupan selain meningkatkan kualitas hidup manusia juga memberikan dampak lain terhadap kelangsungan lingkungan hidup yaitu berupa pencemaran. Untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang tidak diinginkan, maka pemerintah mengeluarkan suatu standar baku mutu untuk buangan limbah, khususnya untuk limbah cair cukup ketat, sehingga mendorong pelaku-pelaku industri untuk mencari dan menggunakan teknologi pengolahan limbah yang ekonomis dan berdaya guna tinggi.

Salah satu industri minuman ringan dengan berbagai rasa, menggunakan gula dan glukosa sebagai bahan baku utama, sehingga limbah yang dihasilkan mengandung bahan organik yang berkisar antara 500 – 1000 mg/l dan dalam pengolahannya menggunakan sistem aerob

secara **activated sludge**. Baku mutu limbah cair yang dikeluarkan oleh Keputusan menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENKLH/10/1995 tanggal 23 Oktober 1995 untuk kegiatan industri, konsentrasi COD maksimum yang diperbolehkan untuk golongan I adalah 100 mg/l.

1.2. Tinjauan Pustaka

Klasifikasi teknologi pengolahan limbah cair dapat diklasifikasikan ke dalam tiga metode yaitu pengolahan fisik, kimia dan biologi. Penerapan masing-masing metode 1 kan senyawa organik terlarut, yang melibatkan mikroba aktif untuk kontak dengan air limbah agar mikroba tersebut dapat mengkonsumsi impuritas (pencemar) sebagai makanannya²⁾ Dalam mengklasifikasikan proses pengolahan biologis aerobik berdasarkan media pertumbuhannya secara garis besar dibagi

3 (tiga) macam, yaitu :

- a). Proses Biomasa Tersuspensi (*Suspended Culture*).
 - *Conventional/standard Activated Sludge*
 - **Step Aeration**
 - **Contact Stabilization**
 - **Oxidation Ditch**
 - Lain-lain
- b). Proses Biomasa Terlekat (*Attached Culture*).
 - **Trickling Filter/Biofilter**
 - *Rotating biological Contactor (RBC)*
 - **Contact Oxidation**
 - Lain-lain
- c). Kolam (*lagoon*).

Lumpur Aktif (**Activated Sludge**) adalah termasuk pengolahan biologi dengan biomassa tersuspensi, dalam proses lumpur aktif, mikroorganisme (MO) dicampur dengan seksama dengan senyawa organik sehingga MO tersebut dapat tumbuh dan menstabilkan senyawa organik²⁾.

Bagian-bagian penting yang terintegrasi dalam Unit Lumpur Aktif adalah :

1. Sub unit Bak Aerasi : sebagai wadah bercampurnya dan bereaksinya elemen reaksi seperti mikroba, organik terurai dan oksigen
2. Sub unit Bak Pengendap : tempat pemisahan lumpur aktif secara gravitasi
3. Sistem Pengendali Lumpur : untuk mengontrol besarnya debit lumpur yang disirkulasi (RAS) dan lumpur yang dibuang (WAS).

Sistem aliran dalam reaktor

- *Plug-flow*, air limbah dilewatkan ke dalam reaktor dan keluar dengan rangkaian yang sama pada saat masuk.

- *Complete-mix* atau *continuous stirred tank reactors (CSTR)*, air limbah yang masuk didispersikan dengan segera ke seluruh bak/tangki dengan aliran kontinyu, sehingga *organic loading (OL)* dan oksigen merata di seluruh tangki.
- *Arbitrary-flow*, adalah tipe reaktor dengan aliran yang dapat diubah antara *plug-flow* dan *complete-mix*.

Parameter operasi yang berpengaruh antara lain :

- Rasio F/M (*Food-to-microorganism*)
Rasio F/M atau beban organik (*organic loading*) adalah jumlah organik yang dapat didegradasi secara biologi yang tersedia untuk sejumlah mikroorganisme (MO) per unit waktu
- *Volumetric (BOD) Loading*.
Volumetric loading atau beban volumetris adalah jumlah massa BOD di dalam air limbah yang masuk dibagi dengan volume reaktor.
- Konsentrasi MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solids*) dan MLVSS (*Mixed Liquor Volatil Suspended Solids*)
MLSS adalah jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral termasuk mikroorganisme³⁾. MLSS diukur dengan menyaring lumpur kemudian dikeringkan pada suhu 105°C dan berat padatan terukur merupakan MLSS. MLVSS berisi material organik yang bukan mikroba hidup atau mati dan hancuran sel³⁾. MLVSS diukur dengan memanaskan terus sampel MLSS hingga temperatur 600-650°C, dan nilainya mendekati 65-80% dari MLSS.
- Waktu Detensi Hidrolis
Waktu detensi hidrolis adalah lama waktu aerasi atau waktu rata-rata aliran air limbah di dalam tangki aerasi dalam satuan jam. Waktu detensi hidrolis dihitung dengan membagi volume tangki dengan debit harian rata-rata⁴⁾.

- Rasio Resirkulasi

Rasio resirkulasi tergantung pada konsentrasi MLSS yang diinginkan dan konsentrasi endapan lumpur aktif dalam aliran resirkulasi⁵⁾. Disimpulkan bahwa lumpur aktif yang diresirkulasi (*return activated sludge*, RAS) dimaksudkan untuk menjaga konsentrasi lumpur aktif yang sesuai dalam tangki aerasi.

- Umur Lumpur (*mean cell residence time*)

Umur lumpur dapat didefinisikan sebagai ukuran rata-rata waktu tinggal (*residence time*) dari organisme di dalam sistem⁵⁾. Dalam satuan hari, umur sel atau umur lumpur dapat dihitung melalui dua persamaan umum, berdasarkan volume yang digunakan, yaitu : berdasarkan volume tangki aerasi dan berdasarkan volume sistem total.

Aplikasi Proses dan Modifikasi Lumpur Aktif

Lumpur aktif konvensional adalah dengan melakukan pengadukan dan aerasi air limbah dalam bak panjang dan sempit. Problem yang timbul adalah

1. Biomassa yang diresirkulasi ke awal tangki dan bercampur dengan air limbah akan menyebabkan kebutuhan oksigen melebihi kemampuan dari kapasitas energi.
2. Pada bagian sekitar outlet oksigen yang dibutuhkan relatif kecil.
3. Kegagalan proses akibat *shock loading* dari senyawa toksik atau tinggi yang disebabkan oleh beban yang tidak merata ke seluruh tangki, tapi sangat terkonsentrasi ke daerah awal tangki/ inlet.

Penggunaan reaktor teraduk sempurna (CSTR) memiliki kerugian dimana reaksi berlangsung pada reaktan yang relatif rendah, yaitu sama dengan konsentrasi dalam campuran yang meninggalkan reaktor. Akibatnya untuk reaksi pertumbuhan

yang berorde positif maka membutuhkan volume reaktor yang cukup besar⁶⁾.

Pada situasi tertentu penggunaan beberapa reaktor untuk sistem teraduk sempurna dapat memberikan keuntungan tertentu⁵⁾ Salah satu untuk penggunaannya dapat berbentuk reaktor berganda yang disusun secara seri maupun paralel⁶⁾.

Parameter kriteria desain untuk pengolahan limbah cair pabrik minuman ringan dapat dilihat sebagai berikut :

a). Tangki pump pit:

- temperatur maksimum 40 °C),
- pH 6,5 – 8,5.

b). Tangki ekualisasi :

- Temperature 28 – 35 °C
- pH 6 – 8,5.
- *Dissolve Oxygen (DO)* 2 – 4 ppm.
- *Chemical Oxygen Demand (COD)* maksimum 2500 ppm.

c). Tangki aerator I.

- Temperature 29 – 33 °C
- pH 6 – 7,5.
- *Dissolve Oxygen (DO)* 2 – 4 ppm.
- *Chemical Oxygen Demand (COD)* maksimum 700 ppm.

d). Tangki aerator II.

- Temperature 29 – 33 °C
- pH 6 – 7,5.
- *Dissolve Oxygen (DO)* 2 – 4 ppm.

e). Tangki pengendapan.

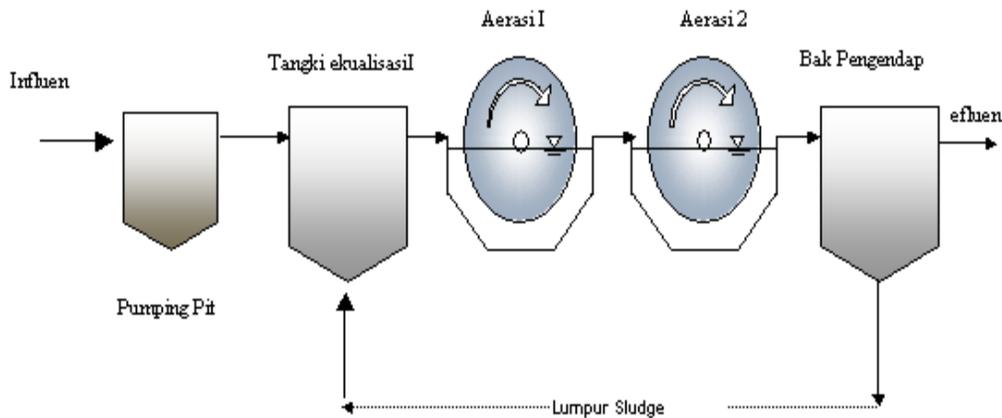
- *COD outlet* < 100 ppm.
- *Total Suspended Solid (TSS)* maksimum 60 ppm.

2. METODOLOGI PENELITIAN.

Pelaksanaan pengamatan dilakukan dalam 3 (tiga) bulan berturut-turut dengan memperhatikan parameter-parameter di

2.1 Tujuan

Tujuan pengamatan ini adalah melakukan pemantauan terhadap parameter-parameter proses pengolahan limbah cair dengan sistem ***activated sludge***



Gambar 1. Diagram proses activated sludge untuk minuman ringan

2.2 Tujuan

Tujuan pengamatan ini adalah melakukan pemantauan terhadap parameter-parameter proses pengolahan limbah cair dengan sistem **activated sludge** sehingga dapat memenuhi baku mutu limbah cair untuk golongan I. Pengamatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan dengan memperhatikan parameter proses limbah cair yang masuk kepengolahan (*inlet*) dan limbah cair yang keluar dari pengolahan (*effluent*). sehingga dapat memenuhi baku mutu limbah cair untuk golongan I. Pengamatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan dengan memperhatikan parameter proses limbah cair yang masuk kepengolahan (*inlet*) dan limbah cair yang keluar dari pengolahan (*effluent*). tangki *pump pit*, tangki ekualisasi, tangki aerator I, tangki aerator II dan tangki pengendapan.

Proses yang dilakukan pada pengolahan limbah cair minuman ringan dimulai dengan limbah cair dari proses pembersihan di pabrik dialirkan ke tangki *pump pit* yang kemudian menuju ke tangki aerasi I dan setelah itu menuju tangki aerasi II. Outlet dari tangki aerasi II dialirkan menuju tangki pengendapan atau tangki sludge yang mengembalikan sebagian dari sludge menuju tangki aerasi I dan II.

Proses dapat dikatakan berjalan baik atau optimal bilamana parameter-parameter

di setiap tangki tidak melebihi atau kurang dari parameter desain pengolahan limbah cair. Adapun titik pengambilan contoh limbah dilakukan pada tangki *pumping pit*,

Tabel 1. Hasil pengamatan parameter selama 3 (tiga) bulan.

	Hasil rata-rata	Desain
Pumping Pit.		
• Temp °C	34,40	Maksimum 40 °C
▪ pH	6,99	-
Ekualisasi		
• pH	7,30	6 – 8,5
• DO mg/l	2,07	2 - 4
▪ COD mg/l	148,00	Maksimum 2500
Aerasi I		
• pH	7,39	6,5 – 7,5
• DO mg/l	2,07	2 - 4
• COD mg/l	166,73	Maksimum 700
Aerasi II		
▪ Temp °C	31,23	29 – 33
• pH	7,47	6,5 – 7,5
• DO mg/l	5,26	2 - 4
Pengendap		
• COD mg/l	57,40	< 100
• TSS mg/l	26,10	Maksimum 60

ekualisasi, aerator 1, aerator 2 dan tangki pengendapan untuk keluaran (*outlet*).

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan pengamatan yang dilakukan selama 3 (tiga) bulan pada pumping pit parameter yang diukur adalah temperature, pH. Pada tangki aerasi I adalah pH, DO dan COD, sedangkan pada tangki aerasi II adalah pH, DO. Pada tangki pengendapan adalah COD dan TSS. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 3 (tiga) bulan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 3 (tiga bulan) didapat hasil seperti terlihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pemantauan di Pump Pit temperature rata-rata sebesar 34,4 °C, dan pH 6,99 masih masuk karakteristik desain, pada tangki aerasi I pH 7,36, DO 2,07 mg/L, dan COD 148 mg/L masih masuk dalam karakteristik desain, pada tangki aerasi II temperature 31,23 °C. pH 7,47 dan DO 5,26 untuk temperature dan pH masuk dalam karakteristik desain tapi untuk DO hasilnya tidak memenuhi karakteristik desain, sedangkan pada tangki pengendapan untuk outlet dihasilkan COD 57,40 mg/l dan TSS 26,10 mg/l masuk dalam karakteristik desain yang ditetapkan oleh standar baku mutu untuk DKI Jakarta. Hasil pengamatan terhadap pH selama 3 bulan terlihat masih pada batasan normal karena tidak terlihat penyimpangan yang cukup besar dan masih didalam standar desain unit pengolah limbah, sedangkan untuk temperatur juga masih terlihat normal sesuai dengan temperatur ambien lokasi setempat dan sesuai dengan karakteristik desain. Kenaikan nilai DO dari tangki aerasi I menuju ke tangki aerasi II sebesar 31.5 % dari nilai maksimum DO 4 mg/l disebabkan karena adanya biomassa yang diresirkulasi ke awal tangki dan bercampur dengan air limbah akan menyebabkan kebutuhan oksigen melebihi kemampuan dari kapasitas energi, selain itu dapat pula terjadinya kegagalan

proses akibat *shock loading* dari senyawa toksik atau tinggi yang disebabkan oleh beban yang tidak merata ke seluruh tangki, tapi sangat terkonsentrasi ke daerah tangki aerasi II sehingga terjadi kenaikan DO. Pada tangki pengendap, efluen dibuang ke badan sungai dan untuk parameter COD nya terlihat penurunan nilai yang memenuhi kriteria desain sebesar 57,40 mg/l yang memenuhi nilai ambang batas yang harus dipenuhi untuk persyaratan DKI Jakarta, demikian pula untuk nilai parameter TSS. Berdasarkan criteria parameter diatas maka efisiensi yang dicapai oleh proses ini adalah 61,22 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama tiga bulan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Unit pengolah limbah dengan sistem *activated sludge* dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair dari pabrik minuman sejenis dengan kandungan COD yang tidak terlalu tinggi serta efisiensi yang dicapai sebesar 61,22 %
- Parameter – parameter desain yang menjadi kriteria desain unit pengolah limbah dapat dipenuhi oleh parameter-parameter selama pengoperasian unit tersebut.
- Parameter yang tidak memenuhi criteria desain disebabkan adanya *shock loading* senyawa toksik atau laju beban yang tinggi dan tidak merata.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Tim P3TL-TIEM, BPPT, *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPPT dan Badan Pengendali Dampak Lingkungan Daerah Samarinda, 2002
2. Qasim, Syed R, *Wastewater Treatment Plants – Planning, Design, and*

- Operation, CBS College Publishing, New York, 1985.
3. Said. N. I Cs, *Aplikasi Teknologi Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Tekstil*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL), Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2002.
 4. Hammer, Mark J, *Water and Wastewater Technology*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1975.
 5. Metcalf-Eddy, *Wastewater Engineering Treatment Disposal and Reuse*, McGraw-Hill inc., New York, 1991.
 6. Djayadiningrat, Asis H. dan Wisjnuprpto, *Bioreaktor Pengolah Limbah Cair*, Pusat Antar Universitas-ITB, Bandung, 1990