Majalah Bulanan

Rp 15.000.-

Persatuan
Perusahaan Air Minum
Seluruh Indonesia

air minum

edisi 170 November 2009

ISSN 0126-2785

**PDAM TIRTA KANDILO
KABUPATEN PASER**

MAPAM XI

Batam
1- 4 Desember 2009

PESTA DEMOKRASI AIR MINUM

Digester Aerob

Artikel Sainstek yang berjudul Pengolahan Lumpur dalam Majalah Air Minum edisi sebelumnya merupakan bagian umum dari teknologi yang dikembangkan dalam pengolahan lumpur, baik di bidang lumpur IPAM maupun IPAL. Sejumlah unit dapat digunakan untuk kedua bidang tersebut tetapi beberapa unit yang lainnya seperti digester aerob dan anaerob difokuskan pada satu jenis sisa pengolahan (byproduct), misalnya timbulan lumpur dalam pengolahan air limbah.

Oleh Gede H. Cahyana
<http://gedehace.blogspot.com>

Digester aerob (*aerobic digester*) adalah unit proses yang difokuskan pada pengolahan lumpur biologis (bioflok) yang berasal dari IPAL dan berlangsung secara aerob. Selain itu, digester (baik aerob maupun anerob) ini pun dikelompokkan ke dalam satu paket pengolahan lumpur dengan Imhoff tank (MAM, edisi 114, Februari 2005). Perlu pula disampaikan, ada perbedaan pendapat dalam me-ngelompokkan jenis-jenis digester, misalnya ada yang menyatakan bahwa digester pastilah (hanya) anaerob.

Telah berlaku umum, pe-ngolahan zat organik terlarut di dalam air limbah secara aerob selalu menghasilkan mikroba, biomassa atau lumpur (*sludge*) yang sering disebut lumpur sekunder (*secondary sludge*). Seperti disebut dalam artikel sebelumnya, *sludge* yang dihasilkan harus diolah di fasilitas pe-ngolahan lumpur seperti *sludge drying bed*, *filter press* atau diolah dengan me-nggunakan digester aerob.

Karakteristik

Satu karakteristik utama yang membedakan lumpur dari IPAM PDAM dan lumpur dari IPAL PDAK (Perusahaan Daerah Air Kotor) adalah jenisnya. Lumpur hasil olahan prasedimentasi dan sedimentasi dari IPAM lebih banyak berupa komponen anorganik. Adapun lumpur primer (*primary sludge*) di IPAL selain mengandung zat organik terlarut juga mengandung atau bahkan mayoritas terdiri atas zat organik tak terlarut (*insoluble*) yang besar berat molekulnya.

Tujuan pengolahan dengan digester aerob adalah meniadakan zat organik tak terlarut dalam kondisi aerob yang bisa dilaksanakan di dalam tiga kondisi reaktor, yaitu reaktor teraduk sempurna (CSTR, *completely stirred tank reactor*) tanpa dan dengan resirkulasi dan reaktor *batch*. Sistem *batch* jarang diterapkan di lapangan tetapi sering di-gunakan untuk menentukan data desain di laboratorium. Kinerja CSTR tanpa resirkulasi relatif sama dengan kinerja CSTR dengan

resirkulasi sehingga yang lebih banyak diterapkan adalah CSTR tanpa resirkulasi karena lebih ekonomis.

Digester aerob ini tampak atasnya berbentuk lingkaran dengan ke-dalaman maksimum 5 m. Pengadukan di dalam reaktor diasumsikan sempurna yang transfer oksigennya berasal dari aerator. Udara bebas juga dapat dijadikan sumber oksigen dengan cara membuka bagian atas reaktornya. Bisa juga oksigennya berupa oksigen murni sehingga bagian atas reaktornya ditutup. Pengoperasian instalasi kecil biasanya dilakukan dengan sistem *batch*, sedangkan di instalasi besar dilakukan dengan sistem kontinu sehingga diperlukan unit sedimentasi untuk mengendapkan *sludge* yang diolah.

Keunggulan

Digester aerob digunakan untuk mengolah lumpur sekunder yang dihasilkan dari proses lumpur aktif atau *trickling filter* yang banyak mengandung biosolid dengan reaksi dekomposisi

mikrobiologi. Proses ini dapat digunakan untuk mengolah lumpur primer dengan syarat kandungan organik di atas 60% tetapi sebetulnya lebih ekonomis jika diolah dengan digester anaerob. Ini dilakukan karena kehadiran sejumlah besar zat organik non-mikrobial yang akan diubah menjadi biomassa sehingga membutuhkan banyak oksigen pada proses aerob dan membentuk lebih banyak sisa lumpur dibandingkan dengan digester anaerob.

Di bawah ini adalah sejumlah keuntungan digester aerob:

1. Produk akhir olahannya relatif stabil, seperti humus, tidak bau, mudah dibuang.
2. Kadar zat organik terlarut *biodegradable* sangat sedikit di dalam supernatan.
3. Karakteristik pengeringan lumpurnya cukup baik.
4. Biaya konstruksinya lebih murah dibandingkan dengan proses anaerob.
5. Jika yang diolah lumpur sekunder, maka efisiensi reduksi zat organik hampir sama dengan proses digester anaerob.
6. Lebih subur (pupuknya) jika dibandingkan dengan digester anaerob.
7. Konsentrasi limbahnya lebih kecil sehingga tidak perlu *sludge thickening*.
8. Reaktornya sederhana sehingga relatif lebih murah daripada digester anaerob.
9. Kesulitan operasinya sedikit daripada digester anaerob sehingga tenaga kerjanya boleh yang kurang terlatih.

Selain keunggulannya tersebut, ada beberapa kelemahan digester aerob:

1. Perlu energi untuk memasok oksigen sehingga biaya operasi-rawatnya lebih mahal daripada digester anaerob.
2. Reaktor tidak menghasilkan energi biogas karena tidak terbentuk metana.
3. Sludge hasil olahan tidak selalu terklarifikasi dengan baik sehingga supernatannya mungkin masih mengandung padatan tersuspensi (SS, *suspended solid*).
4. Jika digunakan untuk mengolah

lumpur primer maka lebih banyak dihasilkan sisa sludge daripada digester anaerob.

5. Efisiensi bervariasi karena bergantung pada temperatur sehingga perlu ada kendali temperatur.

Kinerja Operasi

Hakikat digester aerob untuk lumpur sekunder adalah CSTR yang hanya menerima sel mikroba (bioflok). Karena zat organik *biodegradable* terlarut (*soluble*) di influennya sangat sedikit maka reaksi yang terjadi hanyalah *cellular death* dan *decay* (kematian dan kerusakan sel mikroba). Kerusakan sel dapat dinyatakan dengan reaksi orde pertama sehingga konsentrasi sel di dalam reaktor akan berkurang jika waktu detensi hidrolisnya bertambah.

Kinerja digester ini bergantung pada (minimal) tiga hal dan ketiganya perlu ditetapkan lebih dulu dalam mendesain digester, yaitu volume reaktor, kebutuhan oksigen, dan *power input*. Ketiga hal tersebut ialah:

1. Model matematis

Model ini digunakan untuk menghitung kebutuhan volume reaktor yang juga berkorelasi dengan luas lahan yang diperlukan. Pada mulanya volume reaktor dihitung dengan cara *volumetric loading* (massa VSS per volume harian; VSS: *volatile suspended solid*) tetapi dengan perkembangan kinetika proses digunakanlah rekayasa reaktor, yaitu kombinasi antara persamaan laju reaksi dan neraca massa.

2. Nilai parameter

Persamaan-persamaan desain dapat digunakan jika nilai-nilai parameter atau konstanta laju reaksi dan kebutuhan oksigennya sudah diketahui. Semua parameternya ditentukan dengan uji di laboratorium dan diharapkan sama dengan kondisinya pada skala pilot maupun skala penuh (lapangan).

3. Pengaruh kondisi lingkungan.

a. Mixing

Jika pengadukannya tidak cukup maka akan terjadi pengendapan di dalam reaktor sehingga mengurangi volume efektifnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya kondisi anaerob. Pengurangan

volume dan kondisi anaerob tersebut dapat mengurangi efisiensi proses pengolahan.

b. Temperatur

Seperti pada teknologi pengolahan air limbah, pengolahan lumpur secara bioproses pun sangat bergantung pada temperatur karena melibatkan mikroba dalam pengolahannya.

c. pH

Sejumlah konstanta laju reaksi bergantung pada pH. Ada studi yang menyatakan bahwa hasil optimal pengolahan terjadi pada pH 6,5 - 8,0. Perubahan pH dapat terjadi selama proses digesti akibat nitrifikasi yang besarnya bergantung pada konsentrasi nitrogen organik dan alkalinitas di dalam *sludge*.

Ketiga poin yang diperlukan dalam mendesain digester aerob tersebut tidak serta merta mudah dalam penerapannya. Digester aerob masih jarang diterapkan. Sebagian besar literatur tentang digester aerob hanya menguraikan studi laboratorium dan skala pilot. Hanya sedikit yang datanya berasal dari instalasi yang *fullscale*. Sekadar contoh, ada instalasi digester aerob di Canada, terdiri atas tujuh unit dan bersifat CSTR dengan modus operasi *fill-and-draw* atau SBR (SBR: *Sequencing Batch Reactor*, MAM edisi 134, Oktober 2006). Waktu detensi hidrolisnya cukup panjang, yaitu 14 s.d 360 hari dengan kecepatan injeksi udara antara 8,4 s.d 30 cfm/1000 ft³ dan konsentrasi lumpur 20.000 mg/l. Masalahnya, terjadi pengendapan lumpur sehingga volume efektifnya berkurang dan menurunkan efisiensinya.

Terlepas dari kekurangan itu, ada yang menyatakan bahwa digester aerob dapat mengolah lumpur sekunder hingga konsentrasi 60.000 mg/l. Betul atau tidak, sebagai hasil perkembangan teknologi di bidang pengolahan lumpur, digester aerob dapat diapresiasi sebagai alternatif untuk stabilisasi lumpur biologi yang menjadi konsekuensi logis dalam pengoperasian IPAL. *