

UNIT-UNIT PEMROSES PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK SKALA RUMAH TANGGA

Petrus Nugro Rahardjo

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

In the last ten years water pollution problem in Jakarta has been becoming more serious. The highly increasing population causes the rising amount of domestic wastewater. Rivers in Jakarta have already been polluted by various wastewaters, such as from industries, domestic and many institutionals (offices, hospitals, markets/ shop areas, etc.). It has been well known that the domestic wastewater contributes 70% in causing the river pollution, especially in Jakarta. Therefore it is very important to apply the proper domestic wastewater treatment system which is able to reduce the contaminants until an environmentally required standard. Some types of domestic wastewater treatment have already been used, but the results do not fulfil the environmental required standard. At least a unit of domestic wastewater treatment should have a control tank as the beginning filter, anaerobic part, aerobic part and a sedimentation tank as the final part of the whole system. An advanced technology using a biofilter media has been proposed and based on the experiment, the result has proven that it can reduce BOD from more Than 1,000 ppm to less than 30 ppm. The retention time is about 3 days. The conclusion shows that this new wastewater treatment system is properly suitable alternative to be applied in domestic area, especially in a densely populated region. By applying the system we can also cope with the water pollution problem caused by domestic wastewater.

Key Word : domestic wastewater technology

1. PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk di DKI Jakarta terus mengalami peningkatan yang cepat. Menurut sensus penduduk nasional penduduk kota Jakarta sudah meningkat dari 4,6 juta jiwa pada tahun 1971 menjadi 6,5 juta jiwa pada tahun 1980, dan 8,0 juta jiwa pada tahun 1985 menjadi 8.338.560 jiwa pada tahun 2000. Pada tahun 2007 jumlah penduduk Jakarta sudah hampir mencapai sekitar 9 juta jiwa. Rata-rata kecepatan pertumbuhan pertahun 4,05 %. Kepadatan penduduk rata-rata di Jakarta pada tahun 2000 adalah 126 orang/ha. Wilayah Jakarta Pusat merupakan wilayah yang paling padat, disusul wilayah Jakarta Barat, Jakarta Timur,

Jakarta Selatan dan Jakarta Utara. Semakin besar jumlah penduduk tentu semakin besar pula jumlah limbah yang dihasilkan. Pada tahun 1987 jumlah limbah cair domestik mencapai 1.038.025 m³/hari dan diprediksi pada tahun 2010 akan mencapai 1.882.686 m³/hari³). Permasalahan yang timbul akibat terus meningkatnya jumlah limbah cair domestik ini adalah pencemaran lingkungan perairan yang semakin lama seolah semakin tidak terkendali lagi. Karena itu dibutuhkan penanggulangan masalah ini langsung dari sumber limbahnya, yaitu dengan menerapkan sistem pengelolaan limbah cair domestik skala individual.

Sistem pengelolaan limbah cair domestik skala individual yang dimaksudkan adalah bahwa setiap rumah tangga harus mempunyai unit pengolahan limbah cair yang mereka hasilkan. Unit pengolahan limbah cair skala individual merupakan unit pengolahan yang mempunyai kapasitas terkecil. Limbah cair domestik dari setiap rumah tangga biasanya berasal dari kegiatan mandi, cuci (termasuk cuci piring, pakaian, mobil, dan alat-alat rumah atau alat-alat per individu), kakus dan masak (limbah cair dapur). Jumlah limbah cair yang dihasilkan rata-rata per hari oleh satu rumah tangga berkisar antara 500 liter sampai dengan 5000 liter, bergantung dari jumlah anggota keluarga dan tingkat sosial ekonomi rumah tangga tersebut⁴). Semakin tinggi tingkat sosial ekonomi suatu keluarga, maka jumlah limbah cair yang diproduksi juga akan semakin besar. Jadi unit pengolahan limbah cair domestik skala individual berkapasitas maksimum sekitar 5000 liter per hari.

Pengelolaan limbah cair domestik di daerah yang masih tidak tergolong padat dan tidak memiliki pelayanan jaringan drainase (tertutup) perkotaan seharusnya dikelola dengan teknologi tertentu, sehingga hasil pengolahannya dapat mencapai baku mutu lingkungan. Kenyataan yang ada sekarang ini, yaitu hampir semua warga DKI Jakarta memiliki Tangki Septik yang hanya sekedar tempat penampungan (tanpa pengolahan) limbah WC (tinja). Seringkali Tangki Septik yang dimiliki berukuran terlalu kecil, sehingga air yang melimpas keluar dan kemudian meresap ke dalam tanah hampir sama saja dengan air limbah yang baru masuk ke dalamnya (air limbah segar). Sementara itu untuk air bekas mandi, cuci dan masak (air buangan non toilet) dibuang ke saluran terbuka, yaitu ke saluran/jaringan drainase kota. Hal ini menyebabkan masalah pencemaran, yaitu pencemaran air tanah dari tangki septik yang memang sengaja diresapkan dan pencemaran air permukaan dari air buangan non toilet. Karena itu dibutuhkan suatu standar teknologi pengolahan air limbah domestik

dan secara detail diuraikan sampai bagian-bagian atau ke setiap komponennya, serta bahkan sampai pada cara pengoperasiannya.

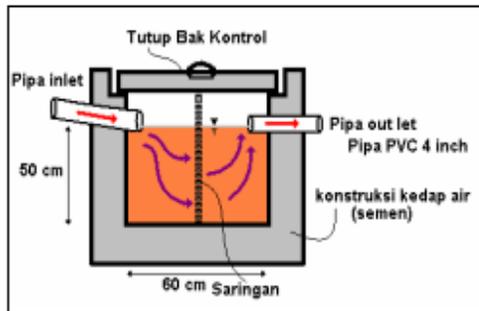
2. UNIT-UNIT PEMROSES PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SKALA RUMAH TANGGA

Hingga saat ini, tentang teknologi pengolahan air limbah atau limbah cair yang berasal dari domestik, peraturan yang berlaku di DKI Jakarta adalah Pergub No. 122 tahun 2005. Berdasarkan pada peraturan tersebut maka untuk skala rumah tangga teknologi yang disyaratkan adalah Tangki Septik dengan dua ruangan dan yang menggunakan biofilter. Tangki Septik seperti itu sebenarnya dapat digolongkan atas 2 tipe, yaitu yang beroperasi secara anaerobik dan yang beroperasi secara aerobik. Air limbah rumah tangga adalah yang berasal dari toilet (WC) atau nontoilet. Yang tergolong air limbah non toilet adalah limbah cair dari dapur (bekas memasak), air bekas mandi, bekas cuci dan segala kegiatan untuk maksud kebersihan (air bekas pel, cuci mobil, dll).

bahwa waktu tinggal air limbah dalam Bak Kontrol tidak menjadi suatu faktor yang harus diutamakan. Jadi air limbah hanya sekedar mengalir saja setelah melalui proses penyaringan kasar.

Untuk mengatasi adanya limbah padat yang masuk ke dalam jaringan saluran (perpipaan) air limbah, maka dibutuhkan satu unit awal/pendahuluan yang dapat berfungsi sebagai penyaring padatan-padatan tersebut, terutama yang berukuran besar. Sebelum limbah cair rumah tangga masuk ke dalam Tangki Septik harus lebih dahulu melalui Bak Kontrol yang dilengkapi dengan sistem penyaringan (lihat gambar berikut). Unit penyaring ini sebenarnya merupakan bagian dari unit Bak Kontrol. Bahan buangan padat yang biasa atau sering kali masuk ke dalam saluran/pipa pembuangan dan akan mudah tertahan oleh penyaring adalah seperti rambut, bekas kemasan shampo, kertas, plastik-plastik kecil, tutup botol, kain

lap, pembalut wanita, ranting kecil, serpihan tulang, biji-bijian, kulit buah, daun-daun sayuran, kerak lemak dan lain sebagainya.



Gambar 1 : Bak Kontrol dan Sistem Penyaring.

Di dalam sistem penyaringan, ukuran lubang perforasi penyaring juga sangat menentukan. Semakin kecil lubang perforasi penyaring tentu saja semakin halus benda-benda yang dapat tersaring. Tetapi bila lubang perforasi penyaring terlalu kecil, maka konsekuensinya adalah sistem penyaring akan menjadi lekas tersumbat atau buntu dan proses penyaringan bahkan akan dapat berhenti sama sekali. Bila proses penyaringan berhenti, sementara air limbah terus mengalir ke dalam bak Kontrol, maka yang akan terjadi adalah meluapnya air limbah keluar Bak Kontrol. Hal ini harus segera diatasi dengan cara mengangkat unit penyaring dan segera dibersihkan secara manual dan kemudian dipasang lagi. Karena itu unit penyaring harus mempunyai lubang perforasi penyaringan yang berukuran secukupnya. Biasanya bahan penyaring terbuat dari kawat atau kisi-kisi baja dengan jarak lubang perforasi penyaringan berukuran $1 \times 1 \text{ cm}^2$. Cara pemasangan atau pembuatan sistem penyaring ini harus sedemikian rupa sehingga mudah untuk diangkat dan dibersihkan secara manual saja, serta kemudian dipasang kembali padaudukannya semula.

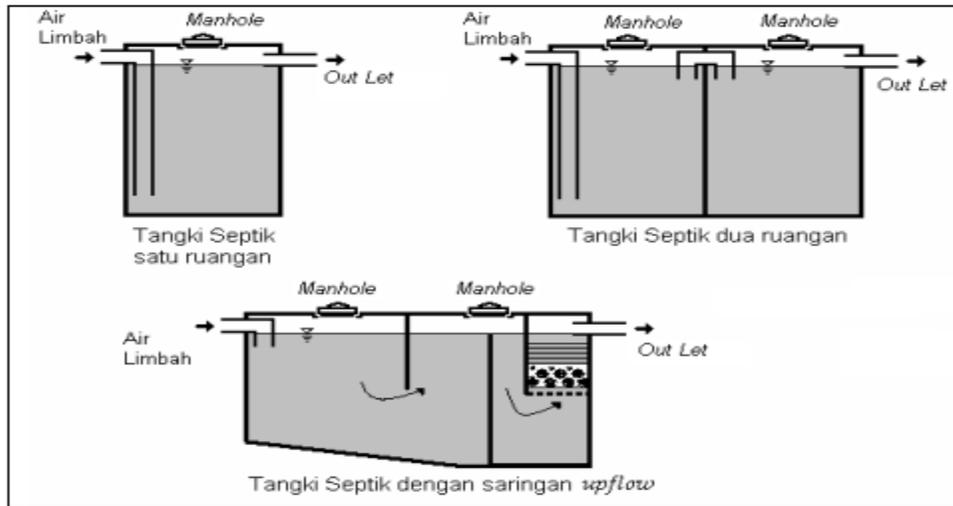
Di dalam Bak Kontrol ini sering kali juga terdapat endapan yang berasal dari tanah atau pasir atau bahkan limbah padat yang tidak dapat terurai secara biologis (seperti bahan-bahan metal/logam). Endapan

tersebut akan terdapat pada bagian dasar Bak Kontrol. Bila jumlah endapan sudah mulai agak banyak, sehingga sebagian kisi-kisi atau kawat penyaring mulai tertutup oleh lumpur endapan, maka sebaiknya lumpur endapan dibersihkan dengan cara mengeruk dan mengangkatnya, serta membuangnya pada tempat sampah padat. Lumpur endapan pada bagian dasar Bak Kontrol sebenarnya mengalami juga proses pengolahan secara biologis. Karena letaknya yang di bagian dasar Bak Kontrol, maka tidak terjadi suplai oksigen yang cukup dari permukaan air limbah pada Bak Kontrol. Proses biologis yang terus berlangsung pada lumpur endapan tersebut adalah proses penguraian biologis (oleh bakteri/mikroorganisma) secara anaerobik. Lumpur endapan yang sudah diangkat dan bila sudah mulai mengering sebenarnya juga merupakan bahan yang baik untuk digunakan sebagai pupuk tanaman. Namun bila hendak digunakan sebagai pupuk tanaman, sebaiknya terlebih dahulu dicermati apakah masih terdapat benda-benda padat yang membahayakan seperti paku atau pecahan kaca/gelas.

2.1. Tangki Septik Anaerobik

Model atau tipe Tangki Septik yang paling banyak digunakan oleh masyarakat pada umumnya adalah Tangki Septik yang beroperasi secara anaerobik, yaitu suatu proses pengolahan secara biologis yang berlangsung tanpa kehadiran/suplai oksigen. Unit Tangki Septik Anaerobik ini ada beberapa macam jenisnya, yaitu mulai dari yang paling sederhana hanya terdiri dari satu ruang saja, kemudian jenis lain yang sudah mempunyai dua ruangan dan jenis lain yang sudah dilengkapi oleh suatu sistem penyaringan tambahan pada bagian akhirnya. Lihat gambar jenis-jenis Tangki Septik di bawah ini.

Di dalam Tangki Septik Anaerobik, dimana terjadi proses pengolahan secara biologis dengan memanfaatkan jasa bakteri pengurai atau mikroorganisma tertentu, dibutuhkan waktu tinggal minimal.



Gambar 2 : Beberapa jenis Tangki Septik Anaerobik

Artinya air limbah yang masuk ke dalam Tangki Septik harus tetap berada di dalam Tangki Septik minimal selama 1,5 sampai 3 hari⁴⁾. Setelah itu air limbah yang sudah mengalami penguraian biologis, baru boleh terus mengalir ke unit berikutnya. Untuk jenis sistem Tangki Septik yang lama, biasanya air yang keluar dari Tangki Septik akan mengalir ke suatu bidang resapan. Namun sistem baru (sesuai dengan peraturan yang berlaku sekarang ini, yaitu Pergub. DKI Jakarta No. 122 tahun 2005) mengharuskan bahwa air yang mengalir keluar dari Tangki Septik harus sudah memenuhi baku mutu air buangan dan sudah boleh dibuang atau dialirkan melalui jaringan drainase kota yang umumnya konstruksinya masih secara terbuka. Untuk lebih mudah dalam hal perawatannya, maka setiap Tangki Septik Harus dilengkapi dengan *Manhole*, yaitu lubang dimana seseorang bisa masuk ke dalam ruangan Tangki Septik. Hal ini cukup penting, karena sering kali Tangki Septik mengalami penyumbatan pada bagian dalam Tangki Septiknya. Proses pengolahan dengan sistem anaerobik dengan waktu tinggal yang cukup akan mampu mendegradasi pengotor organik lebih besar dari 85%. Jadi apabila beban BOD air limbah yang masuk sebesar sekitar 600 mg/liter, maka hasil pengolahannya

mempunyai kualitas BOD sebesar-besarnya 90 mg/liter. Hasil penguraian bahan pencemar organik dengan proses anerobik akan menghasilkan gas methan. Gas ini bila dapat dikumpulkan akan dapat menjadi sumber energi yang sangat berarti. Pada proses pengolahan limbah organik dengan skala yang besar akan diperoleh jumlah energi gas methan dalam jumlah yang sangat besar pula.

Untuk Tangki Septik Anaerobik yang paling sederhana, yaitu yang hanya mempunyai satu ruang saja, harus dipastikan bahwa volume Tangki Septiknya sesuai dengan jumlah air limbah yang masuk. Sebagai contoh, bila satu keluarga yang terdiri dari 5 orang dan setiap orangnya membuang limbah cair sebanyak 150 liter/hari (diambil standar menengah), maka setiap harinya jumlah air limbahnya adalah 750 liter. Bila diambil waktu tinggal yang dibutuhkan selama 3 hari, maka volume Tangki Septiknya adalah $3 \times 750 \text{ liter} = 2.250 \text{ liter}$ atau $2,25 \text{ m}^3$. Dengan demikian dimensi atau ukuran Tangki Septiknya dapat dirancang dengan lebar dan panjang masing-masing 1 meter, serta yang mempunyai kedalaman sebesar 2,25 meter. Bahan konstruksi Tangki Septik ini harus yang kedap air, artinya tidak boleh ada

kebocoran yang terjadi. Apabila terjadi kebocoran, maka air limbah akan merembes masuk ke dalam lapisan tanah dangkal dan dapat mencemari sumber air tanah dangkal. Seperti diketahui bahwa biasanya untuk lapisan masyarakat banyak, sebagian besar penduduk Jakarta memanfaatkan air tanah dangkal untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Karena itu bila air tanah dangkal tersebut tercemar oleh limbah cair rumah tangga, maka berbagai akibat negatif (seperti penyakit) dapat mengancam kualitas hidup penduduk sekitarnya. Satu kelemahan yang sering terjadi dalam penggunaan Tangki Septik satu ruangan ini adalah air limbah yang baru masuk ke dalam Tangki Septik dapat langsung keluar lagi melalui lubang pipa *out let* sebelum air limbah tersebut tinggal selama 1 atau 3 hari. Karena itu untuk mencegah terjadinya hal tersebut, lebih baik digunakan pipa *inlet* yang panjang dan ujung pipanya hanya berjarak sekitar 20 cm dari dasar Tangki Septik. Dengan demikian air limbah yang baru masuk akan secara perlahan mengalir ke bagian atas dan setelah memenuhi waktu tinggalnya baru akan mengalir keluar melalui pipa *outlet*nya. Bila lumpur endapan sudah mulai banyak (lebih dari sepertiga bagian ruang), sebaiknya dilakukan pengurasan lumpur endapan. Tangki Septik Anaerobik satu ruangan harus mempunyai sebuah lubang atau *manhole*.

Untuk Tangki Septik Anaerobik yang sudah mempunyai dua ruangan, proses pengolahannya akan lebih terjamin, karena proses pengendapan dan penguraiannya akan lebih banyak terjadi pada ruang pertama. Karena itu biasanya pada ruang kedua air limbah sudah sedikit lebih jernih bila dibandingkan dengan yang berada pada ruang pertama. Namun kemungkinan terjadinya penyimpangan alur profil aliran, seperti yang terjadi pada Tangki Septik yang satu ruangan, juga dapat terjadi pada Tangki Septik Anaerobik dua ruangan ini. Untuk mencegah hal tersebut juga sebaiknya dilakukan hal sama seperti yang sudah diuraikan pada Tangki Septik anaerobik satu ruangan. Karena proses pengendapan

sebagian besar terjadi pada ruang pertama, maka harus dicermati bahwa ketinggian lumpur endapan sebaiknya dipantau dan apabila sudah mencapai ketinggian hampir setengah ruang pertama, maka sebaiknya dilakukan pengurasan. Tangki Septik Anaerobik dua ruangan juga harus memiliki 2 buah lubang/*Manhole*.

Untuk Tangki Septik Anaerobik yang mempunyai dua ruangan dan dilengkapi dengan sistem penyaringan, tentu saja hasil keluarannya pasti lebih baik dari pada dua Tangki Septik seperti yang telah diuraikan di atas. Tangki Septik ini juga mempunyai dua buah lubang/*Manhole*. Seperti juga Tangki Septik Anaerobik yang mempunyai dua ruangan, pada ruang pertama akan lebih banyak lumpur endapan yang terjadi dan inipun harus dikontrol secara periodik untuk kemudian lumpur endapan harus dikuras. Sistem penyaringan yang terdapat pada Tangki Septik Anaerobik ini berjalan dengan aliran dari bawah ke atas. Pada bagian lapisan terbawah sistem penyaringan ini terisi oleh kerikil (batu pecah / split) dengan ukuran diameter butiran 3 – 4 cm dan setinggi 10 cm¹). Lapisan berikut di atasnya adalah kerikil kecil dengan ukuran diameter butiran 1 - 2 cm dan setinggi 20 cm¹). Pada bagian penyaringan ini sebenarnya proses penguraian oleh bakteri juga terus terjadi, bahkan lebih efektif lagi, karena batu-batu kerikil yang bertindak sebagai media penyaring akan ditumbuhi oleh lapisan *biofilm* yang merupakan biakan mikroba aktif yang melekat pada media penyangga (butiran kerikil).

2.2. Tangki Septik Aerobik

Tangki Septik Aerobik sangat jarang dijumpai pada skala rumah tangga. Proses suplai oksigen atau udara membuat Tangki Septik jenis ini menjadi kendala dalam operasionalnya. Selain itu pada proses awalnya Tangki Septik Aerobik ini juga akan menimbulkan bau yang kurang sedap, sehingga orang semakin enggan menggunakannya. Proses aerobik sebenarnya lebih digunakan untuk beban

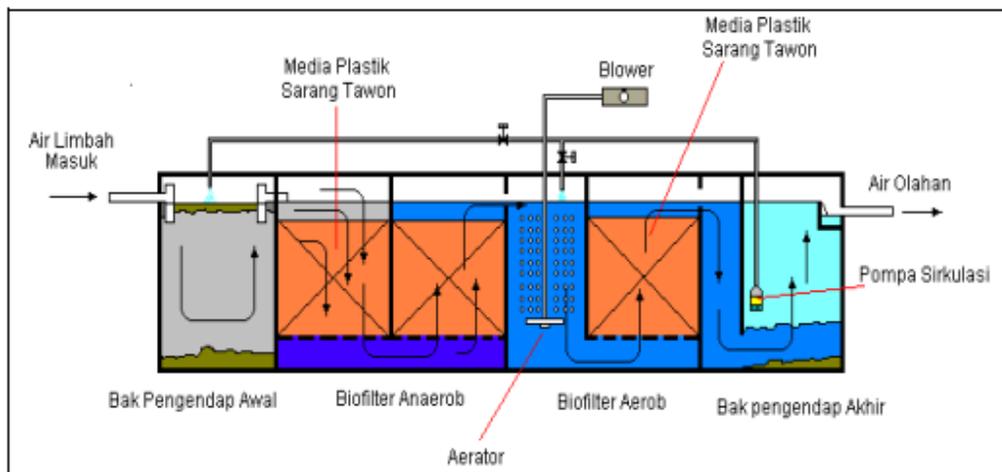
BOD yang tidak terlalu besar (<1000 mg/liter). Efisiensi pengolahannya pun sebesar 80 – 90%. Karena harus mensuplai oksigen atau udara ke dalam air limbah, maka dibutuhkan unit *blower* dan itu berarti dibutuhkan energi sedikitnya 25 watt. Bandingkan dengan Tangki Septik Anaerobik yang sama sekali tidak membutuhkan energi listrik atau yang lainnya. Dalam proses aerobik ini, bila sistem suplai oksigennya dapat merata, maka pengolahannya hanya membutuhkan waktu satu hari atau bahkan kurang.

Tangki Septik Aerobik mempunyai dua bagian ruang. Ruang pertama adalah ruang untuk suplai oksigen dan ruang kedua adalah ruang pengendap. Pada ruang pertama, air limbah yang baru masuk ke dalam Tangki Septik Aerobik langsung di aerasi dan profil aliran air limbah dalam ruang pertama ini penuh dengan turbulensi (aliran yang berputar dan bergolak). Penciptaan turbulensi dimaksudkan agar luas kontak antara air limbah dengan udara akan semakin besar. Udara atau oksigen akan terdispersi ke dalam air limbah secara merata dan mikroorganisme yang berperan sebagai bakteri pengurai akan dengan senang hati mengkonsumsi bahan-bahan organik rantai panjang dan menguraikannya menjadi bahan anorganik, yaitu H₂O (air) dan CO₂.

Tangki Septik Aerobik biasanya dilengkapi dengan sirkulasi lumpur aktif. Lumpur endapan yang terdapat pada dasar ruang kedua (ruang pengendapan) dipompa kembali ke ruang pertama. Hal ini dilakukan karena endapan lumpur merupakan kumpulan bakteri pengurai atau mikroorganisme yang sudah aktif dan siap memakan bahan-bahan pencemar organik yang terdapat dalam air limbah yang baru. Karena itu proses ini sering dikenal dengan sebutan *Activated Sludge* atau Lumpur Aktif.

2.3. Teknologi Lanjut

Teknologi lanjut dalam sistem pengolahan limbah cair domestik umumnya mengkombinasikan proses anaerobik dan aerobik secara berurutan. Proses pengolahan secara anaerob dan aerob diakomodasikan dalam suatu media biofilter yang merupakan media tempat biakan mikroba melekat. Teknologi biofilter anaerob-aerob merupakan teknologi yang tergolong paling sederhana dari segi teknis. Sistem perangkat pemrosesnya dapat dikonstruksi dengan dengan mudah. Ruang-ruang anerobik dan aerobik hanya berbentuk kotak persegi panjang dan dari ruang yang satu ke ruang berikutnya dihubungkan dengan sistem perpipaan yang simpel dan mudah pembuatannya. Sistem ini juga



Gambar 3 : Tangki Septik Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob

menggunakan sirkulasi lumpur aktif dari bak pengendap akhir ke bak pengendap awal atau ke bak aerasi. Secara skematis sistem biofilter anaerob-aerob dapat dilihat pada Gambar 3. Proses pengolahan secara anaerobik berkapasitas mengurangi beban BOD yang tinggi sampai mencapai > 80%, sehingga beban BOD sisanya diolah secara aerobik²). Suplai udara biasanya dengan menggunakan pompa udara (*blower*) atau kompresor dan tentu saja distribusi atau penyebaran udara harus merata, sehingga mempunyai tingkat homogenitas yang baik dalam tangki aerasinya. Karena menggunakan 2 macam proses yang dikombinasikan, unit ini sering disebut sebagai Tangki Septik dengan Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob. Secara keseluruhan satu unit ini terdiri dari 6 ruangan. Unit ini sering dijumpai terbuat dari bahan FRP (*Fiber Glass Reinforced Plastic*). Dengan standar teknis yang sesuai dan cara pengoperasian yang benar, sistem ini dapat mempunyai efisiensi yang tinggi, yaitu mencapai 95% lebih.

2.4. Komponen-Komponen Utama

A. Bak Pengendap Awal

Bak pengendap awal merupakan ruang pertama dalam Tangki Septik Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob. Ruang pertama ini lebih merupakan sarana untuk pencampuran antara berbagai macam air buangan (***black & grey water***) yang masuk ke dalam tangki. Semua air limbah yang masuk pada ruang pertama ini akan bercampur sempurna dan diharapkan segera diperoleh suatu campuran yang homogen. Karena fungsi ruang pengendap awal ini adalah untuk menyamaratakan air limbah dari berbagai sumber, maka sering disebut **bak ekualisasi**. Pada bak ini selain air limbah menjadi bercampur sempurna, juga terjadi proses pengolahan secara anaerobik. Masukan pada ruang ini bukan hanya air limbah segar tetapi juga lumpur aktif yang berasal dari Bak Pengendap Akhir. Karena itu dalam ruang pertama ini proses

pengolahan sudah berjalan dengan efektif. Endapan yang terjadi pada ruang ini pun selayaknya dipantau dan secara berkala harus dikuras dengan cara penyedotan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, diketahui bahwa volume lumpur yang terbentuk ternyata tidak begitu banyak dan dalam waktu 4 tahun jumlah endapan lumpur tetap tidak begitu banyak. Karena itu penyedotan lumpur dari ruang pertama praktis dalam waktu yang cukup lama (> 4 tahun). Pada bagian bawah ruang pertama ini, proses pengolahan yang terjadi berjalan secara anaerobik, karena tidak dioperasikan dengan penambahan udara atau oksigen.

B. Biofilter Anaerob

Ruang kedua dan ketiga dari Tangki Septik Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob adalah ruangan pengolahan air limbah secara anaerobik. Dalam ruang kedua air limbah mengalir dari atas ke bawah melalui suatu unggun tetap atau media biofilter anaerob. Dari ruang kedua air limbah kemudian mengalir ke ruang ketiga, dimana arah aliran dari bawah ke atas juga melalui media biofilter anaerob. Media filter berupa seperti sarang tawon dari bahan poli-etilen. Media filter ini disusun bertumpuk dan seluruhnya harus tenggelam atau terendam dalam aliran air limbah.

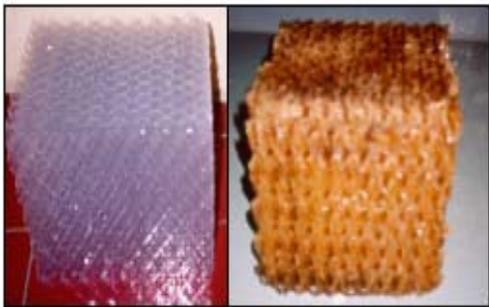
C. Ruang Aerasi

Ruang yang keempat adalah ruang aerasi. Pada ruangan ini dilakukan suplai oksigen melalui suatu unit alat pendukung, yaitu *Blower*. Alat *Blower* untuk skala rumah tangga cukup membutuhkan energi sebesar 25 – 40 watt. Arah aliran air limbah dalam ruangan ini dari atas ke bawah, tetapi arah aliran udara berjalan sebaliknya, yaitu dari bawah ke atas. Gelembung-gelembung udara yang dihembuskan *blower* melalui saluran pipa yang dibenamkan sampai pada bagian bawah ruang aerasi ini menyebabkan proses pengkayaan oksigen yang terlarut dalam air limbah berjalan dengan sangat baik. Dengan adanya suplai oksigen ini maka proses pengolahan air limbah

selanjutnya akan berlangsung secara aerobik.

D. Biofilter Aerob

Seperti Biofilter Anaerob, Biofilter Aerob juga menggunakan media filter yang sama, yaitu yang terbuat dari bahan poli-ethilen. Proses penguraian terus berlanjut dan penguraian senyawa organik rantai yang lebih pendek menjadi H_2O dan CO_2 . Proses pengolahan dengan biofilter aerob ini berlangsung pada ruang kelima. Arah aliran air limbah yang diolah adalah dari bawah ke atas.



Gambar 4 : Media filter yang masih baru dan Biofilter yang sudah terbentuk.

E. Bak Pengendap Akhir

Bak pengendap akhir adalah ruang terakhir dari sistem Tangki Septik Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob. Pada unit ini biomas yang terbentuk berupa gumpalan akan mengendap pada bagian bawah ruangan. Lumpur biomas inilah yang disebut sebagai lumpur aktif dan sebagian lumpur ini disirkulasikan dialirkan kembali ke bak pengendap awal, demikian seterusnya.

F. Pompa Sirkulasi Lumpur Aktif

Pompa sirkulasi lumpur aktif umumnya berupa *submersible pump* yang diletakkan pada bagian dasar bak pengendap akhir. Untuk skala rumah tangga pompa sirkulasi lumpur aktif ini cukup dengan daya 100 watt saja.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum dari sekian banyak jenis dan kombinasi sistem pengolahan air limbah skala rumah tangga, yang paling baik dan direkomendasikan adalah sistem gabungan, yaitu sistem kombinasi anaerob dan aerob. Sistem ini tetap ditunjang oleh beberapa sistem pendukung, yaitu bak kontrol, blower, sistem sirkulasi lumpur (berikut pompanya) dan media biofilter.

Berdasar kepada Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 122, Tahun 2005, tentang "Pengelolaan Air Limbah Industri rumah tangga di Propinsi DKI Jakarta", maka untuk mengoptimalkan pemanfaatan sistem teknologi pengolahan limbah domestik ini disarankan perlunya langkah sosialisasi pada masyarakat luas dan pembangunan unit-unit percontohan di lingkungan pemukiman yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk sangat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lucjan Pawlowski, "Physico-Chemical Methods for Water and Wastewater Treatment", First Edition, Pergamon Press, New York, 1980.
2. Degremont, "Waste Water Treatment Handbook", Sixth Edition, Lavoisier Publishing, Paris, 1991. Mark J. Hammer, " Water and Wastewater Technology ", Second Edition, John Wiley & Sons, New York, 1986.
3. P. Nugro R., "Proses Pengolahan Limbah Cair Domestik", Majalah "Teknologi Untuk Negeri I", BPPT, Jakarta, 2003.
4. Nusa I. S., "Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Peningkatan Kualitas Air ", BPPT, 1999.