

PAKET TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT YANG MURAH DAN EFISIEN

Oleh :
Nusa Idaman Said

Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian Dan Penerapan
Teknologi Lingkungan, BPPT.

Abstract

Wastewater coming from hospital represents one of the very potential sources of water contamination. This matter is caused by hospital wastewater contained a lot of organic compound, and of other chemical compounds, and also patogen microorganism which able to cause disease to society.

Because of potential impact of hospital waste to health of society is very big, hence hospital wastewater have to process until fulfill conditions according to effluent standard. One of the alternatives to overcome the problem is by using technology processing of wastewater with process of biofilter anerob-aerob.

The anaerob-aerob biofilter process have some excellence for example its simple operation, yielded a few or little of mud, can be used for the processing of waste water with low concentration and also high concentration, hold up to fluctuation of debit or concentration, and also its cheap operating expenses.

Kata kunci : Air limbah, rumah sakit, teknologi pengolahan, biofilter, anaerob-aerob.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Rumah sakit adalah merupakan fasilitas publik yang tak mungkin dapat dipisahkan dengan masyarakat, dan keberadaannya sangat diharapkan oleh masyarakat, karena sebagai manusia atau masyarakat tentu menginginkan agar kesehatan tetap terjaga. Oleh karena itu rumah sakit mempunyai kaitan yang erat dengan keberadaan kumpulan manusia atau masyarakat tersebut. Di masa lalu, suatu rumah sakit dibangun di suatu wilayah yang jaraknya cukup jauh dari daerah pemukiman, dan biasanya dekat dengan sungai dengan pertimbangan agar pengelolaan limbah baik padat maupun cair tidak berdampak negatif terhadap penduduk, atau bila ada dampak negatif maka dampak tersebut dapat diperkecil.

Sejalan dengan perkembangan penduduk yang sangat pesat, lokasi rumah sakit yang dulunya jauh dari daerah pemukiman penduduk tersebut sekarang umumnya telah berubah dan berada di tengah pemukiman penduduk yang cukup padat, sehingga masalah pencemaran akibat limbah rumah sakit baik limbah padat atau limbah cair sering menjadi pencetus konflik antara pihak rumah sakit dengan masyarakat yang ada di sekitarnya.

Namun dengan semakin mahalnya harga tanah, serta besarnya tuntutan masyarakat akan kebutuhan peningkatan sarana penunjang pelayanan kesehatan yang baik, dan di lain pihak peraturan pemerintah tentang pelestarian lingkungan juga semakin ketat, maka pihak rumah sakit umumnya menempatkan sarana pengolah limbah pada skala prioritas yang rendah. Akibatnya, sering terjadi benturan perbedaan kepentingan antar pihak rumah sakit dengan masyarakat atau pemerintah. Dengan adanya kebijakan legal yang mengharuskan pihak rumah sakit agar menyediakan fasilitas pengolahan limbah yang dihasilkan, mengakibatkan biaya investasi maupun biaya operasional menjadi lebih besar.

Dengan pertimbangan alasan tersebut, maka berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor KEP-58/MENLH/12/1995, tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit maka setiap rumah sakit diwajibkan menyediakan sarana pengelolaan limbah cair maupun limbah padat agar seluruh limbah yang akan dibuang ke saluran umum harus memenuhi baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan.

Air limbah yang berasal dari limbah rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga

kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Oleh karena potensi dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku.

Dengan adanya peraturan yang mengharuskan bahwa setiap rumah sakit harus mengolah air limbah sampai standar yang diijinkan, maka kebutuhan akan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit khususnya yang murah dan hasilnya baik perlu dikembangkan. Hal ini mengingat bahwa kendala yang paling banyak dijumpai yakni teknologi yang ada saat ini masih cukup mahal, sedangkan di lain pihak dana yang tersedia untuk membangun unit alat pengolah air limbah tersebut sangat terbatas sekali. Untuk rumah sakit dengan kapasitas yang besar umumnya dapat membangun unit alat pengolah air limbahnya sendiri karena mereka mempunyai dana yang cukup. Tetapi untuk rumah sakit tipe kecil sampai dengan tipe sedang, sampai saat ini masih membuang air limbahnya ke saluran umum tanpa pengolahan sama sekali.

Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dikembangkan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit yang murah, mudah operasinya serta harganya terjangkau, khususnya untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil sampai sedang. Untuk mencapai tujuan tersebut, terdapat kendala yang cukup besar yakni kurangnya tersedianya teknologi pengolahan yang baik dan harganya murah. Masalah ini menjadi kendala yang cukup besar terutama untuk rumah sakit kecil, yang mana pihak rumah sakit tidak/belum mampu untuk membangun unit instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sendiri, sehingga sampai saat ini masih banyak sekali rumah sakit yang membuang air limbahnya ke saluran umum.

Untuk pengolahan air limbah rumah sakit dengan kapasitas yang besar, umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah "Lumpur Aktif" atau *Activated Sludge Process*, tetapi untuk kapasitas kecil cara tersebut kurang ekonomis karena biaya operasinya cukup besar, kontrol operasionalnya lebih sulit.

1.2 Tujuan Studi

Studi ini bertujuan untuk mengkaji teknologi pengolahan air limbah rumah sakit dengan teknologi biofilter anaerob-aerob ditinjau dari segi kelayakan secara teknis, ekonomis dan memenuhi standar lingkungan.

1.3 Metodologi

Studi ini dilakukan dengan melakukan uji coba lapangan terhadap kinerja beberapa unit IPAL Rumah Sakit yang telah terpasang di beberapa rumah sakit. Pengkajian dilakukan dengan cara menganalisa air limbah sebelum dan sesudah diolah serta mengkaji aspek operasional dan perawatan.

2. KARAKTERISTIK AIR LIMBAH RUMAH SAKIT

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi : limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian; limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dll.; air limbah laboratorium; dan lainya. Air limbah rumah sakit yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa pulutan organik yang cukup tinggi, dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis, sedangkan untuk air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Oleh karena itu untuk pengelolaan air limbah rumah sakit, maka air limbah yang berasal dari laboratorium dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika. Selanjutnya air olahannya dialirkan bersama-sama dengan air limbah yang lain, dan selanjutnya diolah dengan proses pengolahan secara biologis.

Dari hasil analisa kimia terhadap beberapa contoh air limbah rumah sakit yang ada di DKI Jakarta menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa pencemar sangat bervariasi misalnya, BOD 31,52 - 675,33 mg/l, amoniak 10,79 - 158,73 mg/l, deterjen (MBAS) 1,66 - 9,79 mg/l. Hal ini mungkin disebabkan karena sumber air limbah juga bervariasi sehingga faktor waktu dan metoda pengambilan contoh sangat mempengaruhi besarnya konsentarsi. Secara lengkap karakteristik air limbah rumah sakit dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa air limbah rumah sakit jika tidak diolah sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan. Selain pencemaran secara kimiawi, air limbah rumah sakit juga berpotensi untuk mencemari lingkungan secara bakteriologis.

Tabel 1 : Karakteristik air limbah rumah Rumah Sakit di daerah Jakarta.

No	PARAMETER	MINIMUM	MAKSI MUM	RATA-RATA
1	BOD - mg/l	31,52	675,33	353,43
2	COD - mg/l	46,62	1183,4	615,01
3	Angka Permanganat (KMnO ₄) - mg/l	69,84	739,56	404,7
4	Ammoniak (NH ₃) - mg/l	10,79	158,73	84,76
5	Nitrit (NO ₂) - mg/l	0,013	0,274	0,1435
6	Nitrat (NO ₃) - mg/l	2,25	8,91	5,58
7	Klorida (Cl) - mg/l	29,74	103,73	66,735
8	Sulfat (SO ₄) - mg/l	81,3	120,6	100,96
9	pH	4,92	8,99	6,96
10	Zat padat tersuspensi (SS) mg/l	27,5	211	119,25
11	Deterjen (MBAS) - mg/l	1,66	9,79	5,725
12	Minyal/lemak - mg/l	1	125	63
13	Cadmium (Cd) - mg/l	ttd	0,016	0,008
14	Timbal (Pb)	0,002	0,04	0,021
15	Tembaga (Cu) - mg/l	ttd	0,49	0,245
16	Besi (Fe) - mg/l	0,19	70	35,1
17	Warna - (Skala Pt-Co)	31	150	76
18	Phenol - mg/l	0,04	0,63	0,335

Sumber : PD PAL JAYA 1995.

Berdasarkan keputusan Mentreri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor : Kep-58/MENLH/12/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan Rumah Sakit pasal 3, bagi setiap rumah sakit yang :

- Telah beroperasi sebelum dikeluarkannya keputusan ini, berlaku baku mutu limbah cair sebagaimana tersebut dalam Tabel 2 dan wajib memenuhi baku mutu limbah cair sebagaimana tersebut dalam Tabel 3 selambat-lambatnya 1 januari 2000.
- Tahap perencanaannya dilakukan sebelum dikeluarkan keputusan ini, dan beroperasi setelah dikeluarkan keputusan ini, berlaku baku Mutu Limbah Cair Tabel 2 dan wajib memenuhi Baku Mutu Limbah Cair seperti pada Tabel 3 selambat – lambatnnya tanggal 1 Januari tahun 2000.
- Tahap Perencanaannya dilakukan dan beroperasi setelah dikeluarkan keputusan ini berlaku Baku Mutu Limbah Cair sebagaimana tersebut dalam Tabel 3.

Tabel 2 : Keputusan Menteri NegaraLingkungan Hidup Nomor: :KEP – 58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit Tanggal 12 Desember 1995.

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/l)
BOD ₅	75
COD	100
TSS	100
pH	6 - 9

Tabel 3: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP – 58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Rumah Sakit Tanggal 12 Desember 1995.

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)
FISIKA	
Suhu	30 °C
KIMIA	
pH	6 - 9
BOD ₅	30 mg/l
COD	80 mg/l
TSS	30 mg/l
NH, Bebas	0.1 mg/l
PO	2 mg/l
MIKROBIOLOGIK	
MPN-Kuman Golongan Koli/100mL	10.00
RADIOAKTIVITAS	
³² P	7 x 10 ³ Bq/l
³⁵ S	2 x 10 ³ Bq/l
⁴⁵ Ca	3 x 10 ³ Bq/l
⁵³ Cr	7 x 10 ³ Bq/l
⁴⁷ Ga	1 x 10 ³ Bq/l
⁴⁵ Sr	4 x 10 ³ Bq/l
⁹⁰ Mo	7 x 10 ³ Bq/l
¹¹³ Sn	3 x 10 ³ Bq/l
¹²³ I	1 x 10 ³ Bq/l
¹³¹ I	7 x 10 ³ Bq/l
¹⁹² Ir	1 x 10 ³ Bq/l
²⁰¹ Tl	1 x 10 ³ Bq/l

3. PENGELOLAAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT

Limbah cair yang dikeluarkan oleh rumah sakit bersumber dari hasil berbagai macam kegiatan antara lain kegiatan dapur, laundry, rawat inap, ruang operasi, kantor, laboratorium, air limpasan tangki septik, air hujan dan lainnya. Pada dasarnya pengelolaan limbah cair rumah

sakit disesuaikan dengan sumber serta karakteristik limbahnya.

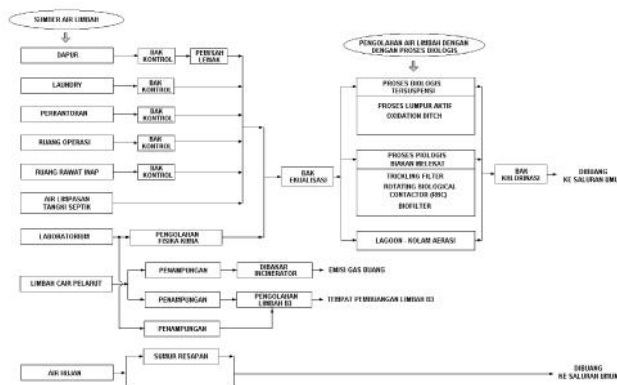
Untuk limbah cair yang berasal dari dapur, laundry, kantor, ruang rawat inap, ruang operasi, air limpasan tangki septik umumnya mengandung polutan senyawa organik yang cukup tinggi sehingga proses pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis.

Untuk limbah cair rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Oleh karena itu untuk pengelolaan limbah cair rumah sakit yang berasal dari laboratorium dilakukan dengan cara dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika, selanjutnya air olahannya dialirkan bersama-sama dengan air limbah yang lain, dan selanjutnya diolah dengan proses pengolahan secara biologis. Pengelolaan limbah cair yang berasal dari kegiatan laboratorium dapat juga dilakukan dengan cara ditampung di dalam tangki penampungan dan selanjutnya dikirim ke tempat pengolahan limbah B3 yang ada.

Untuk limbah cair rumah sakit yang berupa pelarut jika dibuang bersama-sama dengan limbah cair yang dapat mengganggu proses biologis di dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), oleh karena itu pengelolaannya dapat dilakukan dengan cara pembakaran pada suhu tinggi dengan incinerator atau dapat dilakukan dengan cara dikirim ke tempat pengolahan limbah B3.

Limbah cair rumah sakit dapat juga berasal dari air hujan, dan umumnya dapat dibuang langsung ke saluran umum atau dapat diresapkan melalui sumur resapan sedangkan air limpasannya dibuang ke saluran umum.

Diagram proses pengelolaan limbah cair rumah sakit secara umum dapat dilihat seperti pada Gambar 1 .



Gambar 1 : Diagram proses pengelolaan air limbah rumah sakit

Di dalam pengelolaan limbah cair rumah sakit , sebaiknya saluran air hujan dan saluran limbah dipisahkan agar proses pengolahan air limbah dapat berjalan secara efektif.

4. PAKET TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT DENGAN PROSES BIOFILTER ANAEROB-AEROB

4.1 Proses Pengolahan

Seluruh air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit, yakni yang berasal dari limbah domestik maupun air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit dikumpulkan melalui saluran pipa pengumpul. Selanjutnya dialirkan ke bak kontrol. Fungsi bak kontrol adalah untuk mencegah sampah padat misalnya plastik, kaleng, kayu agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan limbah, serta mencegah padatan yang tidak bisa terurai misalnya lumpur, pasir, abu gosok dan lainnya agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan limbah.

Dari bak kontrol, air limbah dialirkan ke bak pengurai anaerob. Bak pengurai anaerob dibagi menjadi dua buah ruangan yakni bak pengendapan atau bak pengurai awal, biofilter anaerob tercelup dengan aliran dari bawah ke atas (Up Flow). Air limpasan dari bak pengurai anaerob selanjutnya dialirkan ke unit pengolahan lanjut. Unit pengolahan lanjut tersebut terdiri dari beberapa buah ruangan yang berisi media dari bahan PVC bentuk sarang tawon untuk pembiakan mikro-organisme yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah.

Setelah melalui unit pengolahan lanjut, air hasil olahan dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak khlorinasi air limbah dikontakkan dengan khlor tablet agar seluruh mikroorganisme patogen dapat dimatikan. Dari bak khlorinasi air limbah sudah dapat dibuang langsung ke sungai atau saluran umum.

4.1.1 Penguraian Anaerob

Air limbah yang dihasilkan dari proses kegiatan rumah sakit atau puskesmas dikumpulkan melalui saluran air limbah, kemudian dilairkan ke bak kontrol untuk memisahkan kotoran padat. Selanjutnya, sambil di bubuhi dengan larutan kapur atau larutan NaOH air limbah dialirkan ke bak pengurai anaerob. Di dalam bak pengurai anaerob tersebut polutan organik yang ada di dalam air limbah akan diuraikan oleh mikroorganisme secara anaerob, menghasilkan gas methan dan H₂S. Dengan proses tahap pertama konsentrasi

COD dalam air limbah dapat diturunkan sampai kira-kira 60% sampai 70 %.

Air olahan tahap awal ini selanjutnya diolah dengan proses pengolahan lanjut dengan sistem biofilter anaerob-aerob.

4.1.2 Proses Pengolahan Lanjut

Proses pengolahan lanjut ini dilakukan dengan sistem biofilter anaerob-aerob. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter anaerob-aerob terdiri dari beberapa bagian yakni bak pengendap awal, biofilter anaerob (*anoxic*), biofilter aerob, bak pengendap akhir, dan jika perlu dilengkapi dengan bak kontaktor khlor. Air limbah yang berasal dari proses penguraian anaerob (pengolahan tahap perama) dialirkan ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran lainnya. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor anaerob dengan arah aliran dari atas ke dan bawah ke atas. Di dalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media dari bahan plastik berbentuk sarang tawon. Jumlah bak kontaktor anaerob ini bisa dibuat lebih dari satu sesuai dengan kualitas dan jumlah air baku yang akan diolah. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau facultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

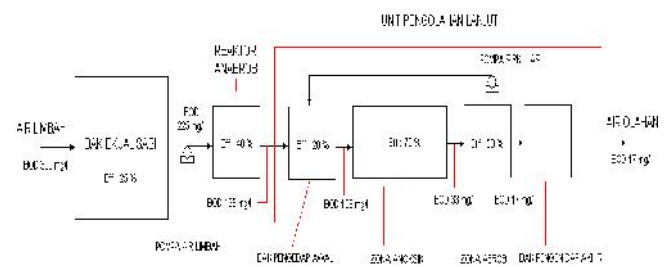
Air limpasan dari bak kontaktor anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob. Di dalam bak kontaktor aerob ini diisi dengan media dari bahan plastik tie sarang tawon (*honeycomb tube*), sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan mikro-organisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan ammonia menjadi lebih besar. Proses ini sering di namakan Aerasi Kontak (*Contact Aeration*).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet

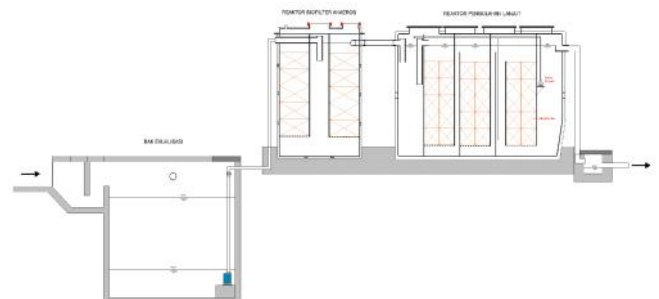
bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), ammonia, deterjen, padatan tersuspensi (SS), fospat dan lainnya. Dengan adanya proses pengolahan lanjut tersebut konsentrasi BOD dalam air olahan yang dihasilkan relatif rendah yakni sekitar 20-30 ppm.

Skenario proses IPAL serta reduksi polutan organik (BOD) ditunjukkan seperti pada Gambar 2, sedangkan konstruksi IPAL rumah sakit dengan proses biofilter anaerob-aerob dapat dilihat pada Gambar 3. Salah satu contoh unit IPAL Rumah Sakit yang telah terpasang dapat dilihat pada Gambar 4.

Lapisan mikroorganisme yang telah tumbuh dan menempel pada permukaan media biofilter dapat dilihat pada gambar 5, dan Air limbah sebelum diolah dan air hasil olahan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 2 : Diagram proses IPAL serta reduksi polutan organik (BOD).



Gambar 3 : Konstruksi instalasi pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter anaerob-aerob.



Gambar 4 : Unit IPAL Rumah Sakit yang telah selesai dibangun (IPAL RS Batusangkar, Sumatra Barat)



Gambar 5 : Lapisan mikroorganisme yang telah tumbuh dan menempel pada permukaan media biofilter.



Gambar 6 : Air limbah sebelum diolah (kanan) dan air hasil olahan (kiri).

4.2 Spesifikasi Teknis IPAL Rumah Sakit Dengan Proses biofilter anaerob-aerob Kapasitas 20 m³ per Hari.

4.2.1 Kapasitas Disain

Kapasitas	:	20 m ³ /hari
Influent BOD	:	400 ppm
Influent SS	:	300 ppm
Effluent BOD	:	30 ppm
Effluent SS	:	20 ppm
Efisiensi	:	90-95 %
Pengolahan		

4.2.2 Bak Ekualisasi

Dimensi bak		
Lebar	:	2 m
Panjang	:	2 m
Kedalaman	:	2,5 m
Tinggi ruang bebas	:	0,5 m
Bahan	:	Bata Beton cor

4.2.3 Unit Reaktor Anaerob

Dimensi Reaktor		
Lebar	:	150 cm
Panjang	:	150 cm
Tinggi	:	230 cm
Bahan	:	Fiber Reinforced Palstic (FRP)
Media	:	Plastic Media (tipe honeycomb tube)
Spesific Area	:	200 – 226 m ² /m ³

4.2.4 Unit Reaktor Aerob (Pengolahan Lanjut)

Dimensi Reaktor		
Panjang	:	320 cm
Lebar	:	150 cm
Tinggi	:	230 cm
Bahan	:	Fiber Reinforced Palstic (FRP)
Media	:	Plastic Media (tipe honeycomb tube)
Spesific Area	:	200 – 226 m ² /m ³

4.2.5. Peralatan

a. Blower Udara :

Tipe	:	HIBLOW 60
Listrik	:	60 watt, 220 volt
Jumlah	:	2 unit

b. Pompa Air Baku Air Limbah

Tipe	:	Submersible Pump (Pompa Celup)
Kapasitas	:	20 - 40 liter/menit
Listrik	:	100 watt
Total Head	:	8 meter
Jumlah	:	1 unit
Material	:	Stainless Steel

c. Pompa Sirkulasi

Tipe	:	Submersible Pump
Kapasitas	:	20 liter/menit

Listrik	75 watt
Total Head	6-8 meter
Jumlah	1 unit

4.2.6 Media Biofilter

Material	: PVC sheet
Ketebalan	: 0,15 – 0,23 m
Luas Kontak	: 200 – 226 m ² /m ³
Spesifik	
Diameter lubang	: 2 cm x 2 cm
Warna	: bening transparan
Berat Spesifik	: 30 -35 kg/m ³
Porositas	: 0,98
Rongga	
Jumlah	: 10 M ³

5. UJI COBA PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT DENGAN PROSES BIOFILTER ANAERO-AEROB SKALA PENUH

5.1 Uji IPAL Rumah Sakit Kapasitas 10-15 M³per hari

5.1.1 Disain IPAL

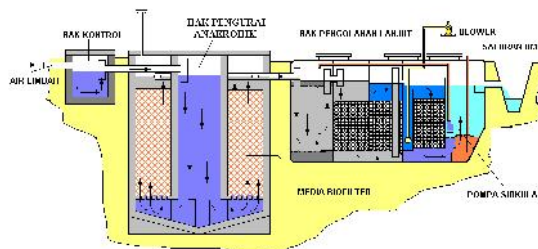
Prototipe alat ini secara garis besar terdiri dari bak pengendapan/pengurai anaerob dan unit pengolahan lanjut dengan sistem biofilter anaerob-aerob. Bak pengurai anaerob dibuat dari bahan beton cor atau dari bahan fiber glas (FRP), disesuaikan dengan kondisi yang ada. Ukuran bak pengurai anaerob yakni panjang 200 cm, lebar 200 cm, dan kedalaman efektif sekitar 220 cm, dengan waktu tinggal sekitar 8 jam.

Unit pengolahan lanjut dibuat dari bahan fiber glas (FRP) dan dibuat dalam bentuk yang kompak dan langsung dapat dipasang dengan ukuran panjang 310 cm, lebar 100 cm dan tinggi 190 cm. Ruangan di dalam alat tersebut dibagi menjadi beberapa zona yakni ruangan pengendapan awal, zona biofilter anaerob, zona biofilter aerob dan ruangan pengendapan akhir. Media yang digunakan untuk biofilter palstik tipe sarang tawon. Selain itu, air limbah yang ada di dalam ruangan pengendapan akhir sebagian disirkulasi ke zona aerob dengan menggunakan pompa sirkulasi.

Prototipe alat ini dirancang untuk dapat mengolah air limbah sebesar 15 - 20 m³/hari, yang dapat melayani rumah sakit dengan 50 bed. Percontohan alat pengolah air limbah rumah sakit dibangun di lokasi Rumah Sakit "Makna", Ciledug, Tangerang. Air yang diolah adalah seluruh limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit, yakni baik yang berasal dari limbah domestik maupun limbah yang

berasal dari limbah klinis. Air hasil olahan dapat langsung dibuang ke saluran umum.

Diagram proses pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter anaerob-aerob menggunakan media sarang tawon dapat dilihat seperti pada Gambar 7. Sedangkan unit alat pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem "Biofilter Anaerob-Aerob" yang telah terpasang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7 : Diagram Alir Unit Pengolahan



Gambar 8 : Unit alat pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem "Biofilter Anaerob-Aerob", kapasitas 15-20 m³ per hari. Lokasi : Rumah Sakit Umum "MAKNA", Ciledug, Tangerang.

5.1. Hasil Uji Coba IPAL RS Makna, Tangerang.

Berdasarkan pengamatan secara fisik (dengan mata), pada awal proses yakni pengamatan setelah dua hari operasi, proses pengolahan belum berjalan secara baik. Hal ini karena mikroorganisme yang ada di dalam reaktor belum tumbuh secara optimal, walupun demikian air yang keluar dari reaktor sudah relatif bersih dibandingkan dengan air limbah yang masuk.

Setelah proses berjalan berjalan sekitar dua minggu, mikroorganisme sudah mulai tumbuh atau berkembang biak di dalam reaktor. Di dalam bak pengendapan awal sudah mulai terlihat lapisan mikro organisme yang menempel pada permukaan media. Mikro organisme tersebut sangat membantu menguraikan senyawa organik yang ada di dalam air limbah.

Dengan berkembang-biaknya mikro organisme atau bakteri pada permukaan media maka proses penguraian senyawa polutan yang ada di dalam air limbah menjadi lebih efektif.

Selain itu, setelah proses berjalan beberapa satu bulan pada permukaan media kontaktor (media plastik sarang tawon dan batu pecah) yang ada di dalam zona anaerob maupun zona aerob, telah diselimuti oleh lapisan mikroorganisme. Dengan tumbuhnya lapisan mikroorganisme tersebut maka proses penyaringan padatan tersuspensi (SS) maupun penguraian senyawa polutan yang ada di dalam air limbah menjadi lebih baik.

Hal ini secara fisik dapat dilihat dari air limpasan yang keluar dari zona anaerob sudah cukup jernih, dan buih atau busa yang terjadi di zona aerob (bak aerasi) sudah sangat berkurang. Sedangkan air olahan yang keluar secara fisik sudah sangat jernih.

Hasil analisa kualitas air limbah sebelum dan sesudah pengolahan setelah proses berjalan selama empat minggu ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil analisa air limbah rumah sakit sebelum dan sesudah pengolahan.

No	PARAMETER	AIR LIMBAH (mg/l)	AIR OLAHAN (mg/l)
1	BOD	419	16,5
2	COD	729	52
3	Total padatan tersuspensi (suspended solids)	825	10
4	NH ₄ -N	33,68	8
5	MBAS (deterjen)	12	2,6
6	pH	7,3	7,9

Setelah operasi berjalan 4 minggu

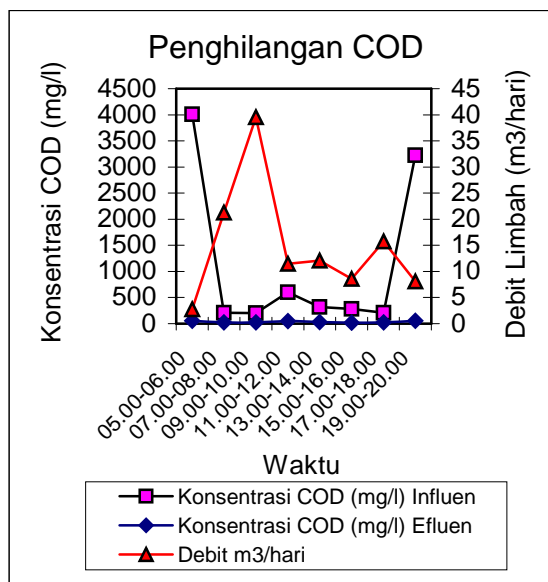
Hasil uji coba pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses "Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob" tersebut dapat menurunkan kandungan zat organik (BOD) dari 419 mg/l turun menjadi 16,6 mg/l. Konsentrasi COD di dalam air limbah dapat diturunkan dari 729 mg/l menjadi 52 mg/l. Konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dapat diturunkan dari 825 mg/l menjadi 10 mg/l, sehingga air olahan yang dihasilkan sudah sangat jernih. Konsentrasi deterjen (MBAS) di dalam air limbah dapat diturunkan dari 12 mg/l menjadi 2,5 mg/l.

Untuk proses pengolahan air limbah dengan kapasitas 10-15 M³ per hari hanya membutuhkan listrik 65 watt, yakni untuk blower udara 40 watt dan pompa sirkulasi 25 watt.

Untuk mengetahui pengaruh fluktuasi debit terhadap total efisiensi pengolahan limbah rumah sakit dilakukan pengukuran kuantitas dan kualitas air limbah. Pengambilan data dilakukan setiap dua jam selama tiga kali pengukuran.

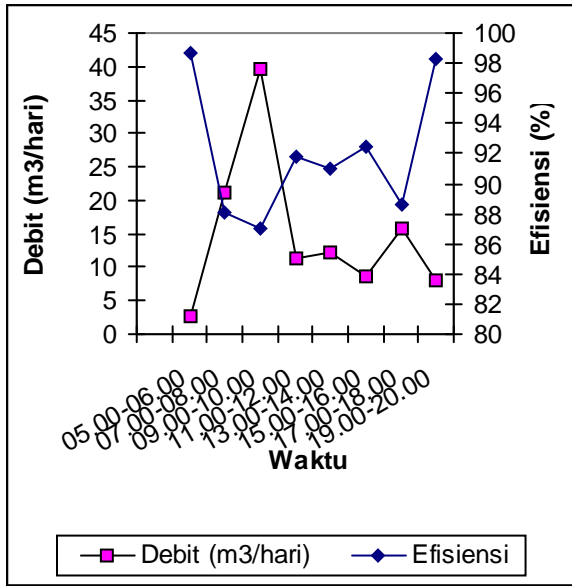
Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil debit yang diikuti oleh besarnya kualitas air limbah akan menghasilkan efisiensi pengolahan yang tinggi. Debit yang kecil membuat waktu kontak yang terjadi antara air limbah dengan mikroorganisme pada lapisan biofilm semakin lama, sehingga kesempatan mikroorganisme mendegradasi senyawa-senyawa yang terkandung dalam air limbah semakin besar.

Besarnya penghilangan COD yang dihasilkan pada unit pengolahan ini adalah antara 87 % - 98,6 %, kecenderungan hubungan antara fluktuasi debit dengan penghilangan COD yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



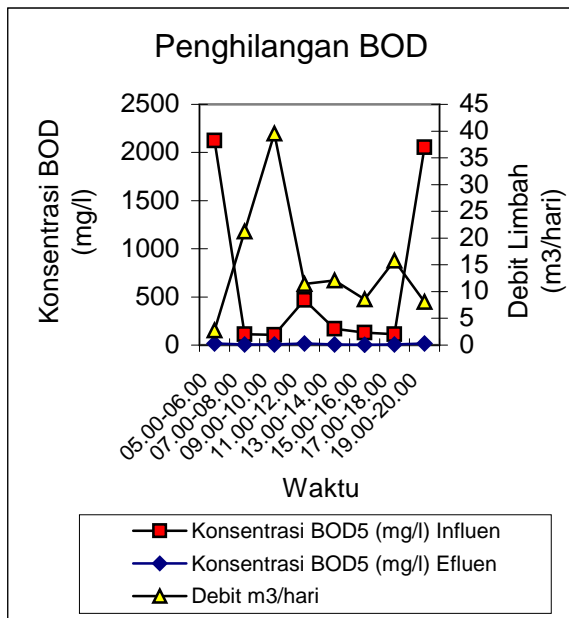
Gambar 9 : Hubungan Antara Fluktuasi Debit dan Penurunan Konsentrasi COD di dalam Efluen.

Dari Gambar 9 dan Gambar 10 tersebut terlihat bahwa penghilangan COD tertinggi terjadi pada pukul 05.00-06.00, berbanding terbalik dengan debit yang terjadi. Tingkat efisiensi paling tinggi terjadi saat debit minimum, sehingga proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Salah satu keuntungan reaktor biofilter tercelup adalah bahwa reaktor ini cukup tahan terhadap fluktuasi debit dan konsentrasi. Beban organik mengalami peningkatan sesuai dengan kegiatan pemakaian air yang terjadi, yaitu pada saat air banyak dipakai untuk kegiatan memasak dan mencuci piring.

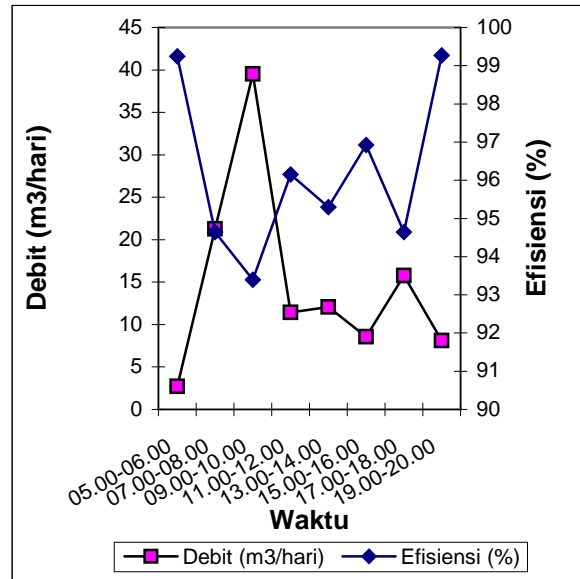


Gambar 10 : Hubungan Antara Fluktuasi Debit Dengan Penghilangan COD

Besarnya penghilangan BOD₅ yang dihasilkan pada unit pengolahan ini adalah antara 93,4 % - 99,3 %, tingginya angka penghilangan BOD₅ ini menunjukkan bahwa sebagian besar senyawa organik yang terkandung dalam air limbah ini dapat didegradasi oleh mikroorganisme. Kecenderungan hubungan antara fluktuasi debit dengan penghilangan BOD₅ yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11 : Hubungan Antara Fluktuasi Debit dan Penurunan Konsentrasi BOD di dalam Efluen.



Gambar 12 : Hubungan Antara Fluktuasi Debit dan Penghilangan BOD₅

Penghilangan BOD₅ terkecil terjadi pada pukul 09.00-10.00, dimana pada saat itu aliran air paling besar, sehingga waktu tinggal air limbah di dalam unit pengolahan paling pendek.

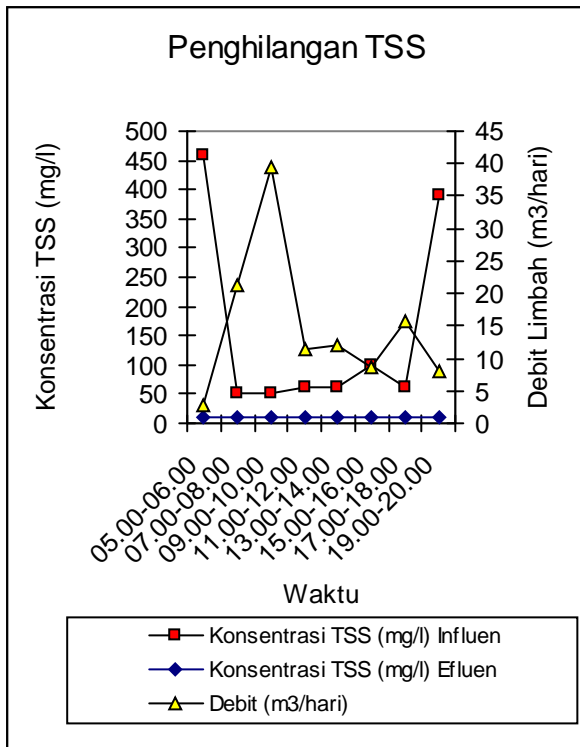
Besarnya penghilangan TSS yang dihasilkan pada unit pengolahan ini adalah antara 80 %-97,8 %, kecenderungan hubungan antara fluktuasi debit dengan penghilangan TSS yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.

Penghilangan TSS terkecil terjadi pada pukul 09.00-10.00, dimana pada saat itu aliran air paling besar, sehingga waktu tinggal air limbah di dalam unit pengolahan paling pendek.

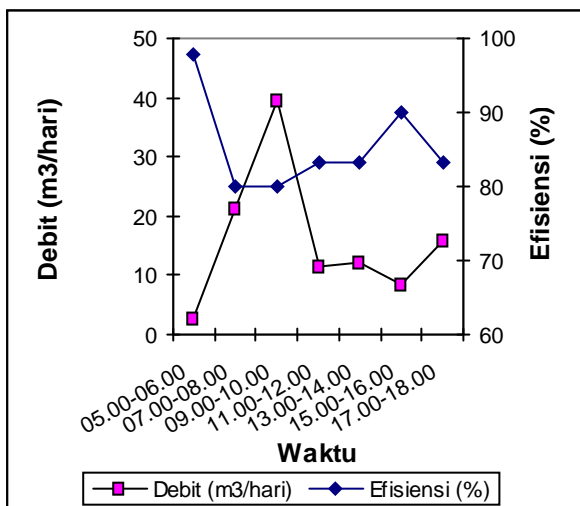
5.2 Uji Ipal Rumah Sakit Kapasitas 20-30 M³per hari (RS Djatiroto)

5.2.1 Proses Pengolahan

Seluruh air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit, yakni yang berasal dari limbah domestik maupun air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit dikumpulkan melalui saluran pipa pengumpul. Selanjutnya dialirkan ke bak kontrol. Fungsi bak kontrol adalah untuk mencegah sampah padat misalnya plastik, kaleng, kayu agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan limbah, serta mencegah padatan yang tidak bisa terurai misalnya lumpur, pasir, abu gosok dan lainnya agar tidak masuk kedalam unit pengolahan limbah.



Gambar 13 : Hubungan Antara Fluktuasi Debit dan Penurunan Konsentrasi TSS di dalam Efluen



Gambar 14: Hubungan Antara Fluktuasi Debit dan Penghilangan TSS

Dari bak kontrol, air limbah dialirkan ke bak pengurai anaerob. Bak pengurai anaerob dibagi menjadi dua buah ruangan yakni bak pengendapan atau bak pengurai awal, biofilter anaerob tercelup dengan aliran dari bawah ke atas (Up Flow). Air limpasan dari bak pengurai anaerob selanjutnya dialirkan ke unit pengolahan lanjut. Unit pengolahan lanjut tersebut terdiri dari beberapa buah ruangan yang berisi media dari

bahan PVC bentuk sarang tawon untuk pembiakan mikro-organisme yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah.

Setelah melalui unit pengolahan lanjut, air hasil olahan dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak khlorinasi air limbah dikontakkan dengan khlor tablet agar seluruh mikroorganisme patogen dapat dimatikan. Dari bak khlorinasi air limbah sudah dapat dibuang langsung ke sungai atau saluran umum.

Penguraian Anaerob

Air limbah yang dihasilkan dari proses kegiatan rumah sakit atau puskesmas dikumpulkan melalui saluran air limbah, kemudian dilairkan ke bak kontrol untuk memisahkan kotoran padat. Di dalam bak pengurai anaerob tersebut polutan organik yang ada di dalam air limbah akan diuraikan oleh mikroorganisme secara anaerob, menghasilkan gas metan dan H₂S. Air olahan tahap awal ini selanjutnya diolah dengan proses pengolahan lanjut dengan sistem biofilter anaerob-aerob.

Proses pengolahan Lanjut

Proses pengolahan lanjut ini dilakukan dengan sistem biofilter anaerob-aerob. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter anaerob-aerob terdiri dari beberapa bagian yakni bak pengendap awal, biofilter anaerob (*anoxic*), biofilter aerob, bak pengendap akhir, dan jika perlu dilengkapi dengan bak kontaktor khlor. Air limbah yang berasal dari proses penguraian anaerob (pengolahan tahap perama) dialirkan ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran lainnya. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, sludge digestion (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.

Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor anaerob dengan arah aliran dari atas ke dan bawah ke atas. Di dalam bak kontaktor anaerob tersebut diisi dengan media dari bahan plastik berbentuk sarang tawon. Jumlah bak kontaktor anaerob ini bisa dibuat lebih dari satu sesuai dengan kualitas dan jumlah air baku yang akan diolah. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik atau facultatif aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Air limpasan dari bak kontaktor anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob. Di dalam bak

kontaktor aerob ini diisi dengan media dari bahan kerikil, plastik (polyethylene), batu apung atau bahan serat, sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan mikro-organisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan ammonia menjadi lebih besar. Proses ini sering di namakan Aerasi Kontak (*Contact Aeration*). Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), ammonia, deterjen, padatan tersuspensi (SS), fosfat dan lainnya. Dengan adanya proses pengolahan lanjut tersebut konsentrasi BOD dalam air olahan yang dihasilkan relatif rendah. Gambar konstruksi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) RS Jatiroto ditunjukkan seperti pada Gambar 15.



Gambar 15 : Unit alat pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem "Biofilter Anaerob-Aerob",

kapasitas 20 – 30 M³ per hari. Lokasi : RumaH Sakit Umum Djatiroto, Lumajang.

5.2.1 Hasil Uji Coba IPAL RS Djatiroto, Lumajang.

Berdasarkan hasil uji coba IPAL RS Djatiroto, Lumajang didapatkan hasil sebagai berikut yakni konsentrasi COD 150 mg/l turun menjadi 28 mg/l , konsentrasi BOD di dalam air limbah 90 mg/l turun menjadi 10 mg/l, sedangkan konsentrasi zat padat tersuspensi (TSS) dari 130 mg/l turun menjadi 1 mg/l. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter anaerob-aerob dapat menurunkan konsentrasi COD, BOD serta zat padat tersuspensi dengan baik.

Tabel 5: Hasil analisa air limbah rumah sakit Djatiroto sebelum dan sesudah pengolahan.

No	PARAMETER	AIR LIMBAH (mg/l)	AIR OLAHAN (mg/l)
1	BOD	90	10
2	COD	150	28
3	Total padatan tersuspensi (TSS)	130	1
4	NH ₃ -bebas	0,36	0,000046
5	MBAS (deterjen)	1,56	0,398
6	Phenol	0,05	0,0
7	Sisa Khlor	0,0	0,0
8	Phosphat (ortho)	2,33	1,998

Catatan : contoh diambil setelah IPAL beroperasi selama 3 bulan.

6. OPERASIONAL DAN PERAWATAN

6.1 Pengopersian IPAL

Beberapa hal yang perlu diperhatikan di dalam pengoperasian IPAL dengan proses biofilter anaerob-aerob tersebut antara lain :

- Sebelum IPAL dioperasikan seluruh peralatan mekanik dan elektik harus dipastikan dalam keadaan berjalan dengan baik.
- Air limbah yang berasal dari kegiatan rumah sakit dialirkan ke bak penampung air limbah atau bak ekualisasi. Bak ekualisasi dilengkapi dengan pompa air limbah yang bekerja secara otomatis yakni jika permukaan air limbah lebih tinggi melampaui batas level minimum maka pompa air limbah akan berjalan dan air limbah akan dipompa ke bak reaktor anaerob pada sistem IPAL. Jika permukaan air limbah di dalam bak ekualisasi mencapai level minimum

- pompa air limbah secara otomatis akan berhenti (mati).
- Debit pompa air limbah diatur sesuai dengan kapasitas IPAL yang diinginkan, dengan cara mengatur posisi bukaan valve by pass.
- Pada saat pertama kali IPAL dioperasikan (Start Up), bak IPAL yakni bak reaktor biofilter anaerob (anoksik), reaktor biofilter aerob (reaktor pengolahan lanjut) harus sudah terisi air limbah sepenuhnya.
- Setelah itu dilakukan proses aerasi dan proses sirkulasi air dari bak pengendapan akhir ke bak pengendapan awal di dalam reaktor aerob.
- Proses pembiakan mikroba dilakukan secara alami atau natural karena di dalam air limbah domestik sudah mengandung mikroba atau mikroorganisme yang dapat menguraikan polutan yang ada di dalam air limbah.
- Untuk pengoperasian mulai dari awal operasi (start up) sampai mencapai operasi yang stabil memerlukan waktu pembiakan (seeding) sekitar 4-8 minggu. Waktu adaptasi tersebut dimaksudkan untuk membiakkan mikroba agar tumbuh dan menempel pada permukaan media biofilter.
- Pertumbuhan mikroba secara fisik dapat dilihat dari adanya lapisan lendir atau biofilm yang menempel pada permukaan media.
- Setelah operasional berjalan selama dua bulan perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air limbah untuk mengetahui efisiensi pengolahan. Pemeriksaan kualitas dilakukan minimal 2 kali dalam satu tahun.
- Unit IPAL yang telah terpasang belum dilengkapi dengan bak pengering lumpur, oleh karena itu pengurasan lumpur dilakukan secara periodik dengan menggunakan mobil tangki air kotor (lumpur) dan dibuang ke tempat pengolahan air kotor (tinja). Pengurasan lumpur di dalam bak ekualisasi dilakukan minimal satu tahun sekali atau bila jumlah lumpur sudah menumpuk banyak dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan, sedangkan pengurasan lumpur di dalam bak reaktor anaerob maupun reaktor aerob dilakukan apabila jumlah lumpur sudah cukup banyak.
- Unit IPAL ini dilengkapi dengan dua buah blower yang dioperasikan secara terus menerus (kontinyu). Blower udara dijalankan secara bersama-sama.

- Unit IPAL dilengkapi dengan satu buah pompa air limbah dan satu buah pompa sirkulasi (pompa celup) yang dioperasikan secara terus menerus (kontinyu). Pompa air limbah secara otomatis akan berjalan jika permukaan air limbah di dalam bak ekualisasi cukup tinggi dan akan berhenti secara sendirinya jika permukaan air di dalam bak ekualisasi turun sampai level minimum, sedangkan pompa sirkulasi dijalankan secara kontinyu.

6.2.1 Perawatan IPAL

Unit IPAL dengan proses biofilter anaerob-aerob ini tidak memerlukan perawatan yang khusus, tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Sedapat mungkin tidak ada sampah padat (plastik, kain, batu, softex, dll) yang masuk ke dalam sistem IPAL.
- Diusahakan sedapat mungkin untuk mencegah masuknya sampah padat ke dalam sistem IPAL.
- Bak kontrol harus dibersihkan secara rutin minimal satu minggu sekali atau segera jika terjadi penyumbatan oleh sampah padat.
- Menghindari masuknya zat-zat kimia beracun yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba yang ada di dalam biofilter misalnya, cairan limbah perak nitrat, merkuri atau logam berat lainnya.
- Perlu pengurasan lumpur di dalam Bak ekualisasi dan bak pengendapan awal secara periodik untuk menguras lumpur yang tidak dapat terurai secara biologis. Biasanya dilakukan minimal 6 bulan sekali atau disesuaikan dengan kebutuhan.
- Perlu perawatan rutin terhadap pompa pengumpul, pompa air limbah, pompa sirkulasi serta blower yang dilakukan 3-4 bulan sekali.
- Perawatan rutin pompa dan blower udara dapat dilihat pada buku operasional dan perawatan dari pabriknya.

Beberapa permasalahan yang sering terjadi dan cara penanganannya ditunjukkan seperti pada Tabel 6 :

Tabel 6 : Beberapa permasalahan yang sering terjadi pada sistem IPAL Biofilter anaerob-aerob serta cara mengatasinya.

Jenis Permasalahan	Penyebab	Cara mengatasi
Bak penampung atau bak kontrol air limbah luber	Pompa pengumpul air limbah tidak berjalan atau saringan pompa buntu.	Cek aliran listrik pompa, cek posisi pelampung otomatis pompa, bersihkan saringan pompa dari kotoran-kotoran
Aliran air limbah ke dalam reaktor lambat atau pelan.	Pompa air limbah di dalam bak ekualisasi kurang lancar, atau meter air tersumbat kotoran.	Cek pompa air limbah, cek saringan air limbah, cek screen meter air tersumbat atau tidak. Jika tersumbat harus dibersihkan.
Blower udara di bak aerobik bekerja namun tidak mengeluarkan hembusan udara.	Pipa saluran udara bocor	Lepas pipa, dan kemudian sambung lagi dengan lem pralon.
Blower udara di bak aerobik tidak bekerja.	Listrik tidak mengalir.	Cek instalasi kelistrikan ke blower.
Terjadi pengapungan di bak aerobik	Udara kurang.	Cek aliran distributor udara dari blower.
Kualitas air limbah hasil olahan tidak memenuhi baku mutu lingkungan	Proses peruraian limbah berkurang karena aktifitas mikroba melemah. Hembusan udara di unit aerobik kurang. debit air limbah melebihi kapasitas IPAL.	Atur debit air limbah rata-rata sesuai dengan kapasitas. Periksa blower dan pipa pengeluaran udara. Apabila terjadi kebocoran, perbaiki.
Air olahan yang keluar masih bau	Suplai udara kurang, debit air limbah melebihi kapasitas IPAL.	Cek blower sudah bekerja dengan baik atau tidak.

6.3 Biaya Operasional

Biaya operasional unit pengolah limbah rumah sakit dihitung berdasarkan kebutuhan biaya listrik dan biaya rutin perawatan fasilitas IPAL.. Rincian biaya listrik dan biaya rutin perawatan per bulan dapat dilihat pada Tabel 7. Dari tabel tersebut dapat diperkirakan biaya operasional IPAL Rumah Sakit kapasitas 20 m³ per hari adalah Rp.113.95 per m³ air limbah.

Tabel 7 : Perkiraan Biaya Operasional IPAL Kapasitas 20 m³ per Hari

No	Pengeluaran	Jumlah KWH/bln	Harga Satuan (Rp)	Total
1	Kebutuhan Listrik Pompa Limbah 250 watt Pompa sirkulasi 75 watt Blower Udara 200 watt Total 525 watt	378	215	68.370
2	Perawatan Rutin	-	100.000,- /bln	100.000
TOTAL				168.370
Jumlah Air Limbah = 600 m3 per bulan				
BIAYA PENGOLAHAN AIR LIMBAH = Rp.113,95 per M3 Air Limbah.				

7. PENUTUP

Dari uraian tersebut di atas aplikasi biofilter untuk pengolahan air limbah rumah sakit mempunyai prospek yang baik karena mempunyai beberapa keunggulan antara lain yakni pengelolaannya sangat mudah, biaya operasinya rendah, dibandingkan dengan proses lumpur aktif, Lumpur yang dihasilkan relatif sedikit, suplai udara untuk aerasi relatif kecil, dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar, dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.

Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), amonia, deterjen, padatan tersuspensi (*Suspended Solids*), fosfat dan lainnya. Dengan adanya proses pengolahan lanjut tersebut konsentrasi COD dalam air olahan yang dihasilkan relatif rendah.

Air limbah yang melalui media yang terdapat pada biofilter mengakibatkan timbulnya lapisan lendir yang menyelimuti kerikil atau yang disebut juga *biological film*. Air limbah yang masih mengandung zat organik yang belum teruraikan pada bak pengendap bila melalui lapisan lendir ini akan mengalami proses penguraian secara biologis. Efisiensi biofilter tergantung dari luas kontak antara air limbah dengan mikro-organisme yang menempel pada permukaan media filter tersebut. Makin luas bidang kontakannya maka efisiensi penurunan konsentrasi zat organiknya (BOD) makin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- -----, "*Perencanaan Dan Pembangunan Unit IPAL Rumah Sakit Dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob Di Rumah Sakit Djatiroto - Lumajang Dengan Kapasitas 20-30 M³ Per Hari*". Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT, 2004.
- -----, "Pekerjaan Penentuan Standard Kualitas Air Limbah Yang Boleh Masuk Ke Dalam Sistem Sewerage PD PAL JAYA", Dwikarasa Envacotama-PD PAL JAYA, 1995.
- Anonim. (1995), "*Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Kep-51/MENKLH/10/1995*". Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Badan
- Said,N.I. (2000). "*Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*". Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.1 No.2. Jakarta.
- Said,N.I. dan Ineza (2002) "*Uji Performance Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Proses Biofilter Trecelep*". Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.