

PEMANFAATAN METODE AERASI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH BERMINYAK

Made Arsawan¹⁾, I Wayan Budiarsa Suyasa²⁾, Wayan Suarna²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

²⁾Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Udayana

ABSTRAK

Limbah berminyak merupakan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah berminyak adalah dengan metode aerasi. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel limbah berminyak PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Bali di Pesanggaran Denpasar, dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas limbah kearah yang lebih baik.

Sampel yang diambil adalah limbah pada bagian septik dari PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Bali. Sampel ditampung dalam bak penampungan, selanjutnya diambil sebanyak 11,12 liter untuk dimasukkan kedalam bak perlakuan. Perlakuan aerasi yang diberikan adalah dengan beberapa vareasi waktu diataranya 12, 24, 48 dan 72 jam dengan laju aliran udara 0,6 m/s. Perlakuan juga dilakukan pada penambahan lumpur pada sampel sebanyak 1% dari volume sampel. Hubungan waktu aerasi terhadap kandungan minyak, lapisan minyak, nilai BOD, COD, TDS dan TSS akan dianalisis dengan corelasi sederhana dan deskriptif.

Perlakuan aerasi dapat menurunkan kandungan minyak pada air limbah dan dapat memisahkan minyak yang terakumulasi di dalam air sehingga minyak dapat terdispersi ke atas. Perlakuan aerasi juga dapat menurunkan nilai BOD, COD, TDS dan TSS karena dengan pemberian oksigen kedalam air limbah akan dapat memenuhi kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme pengurai yang ada di dalam air limbah dan kebutuhan oksigen untuk oksidasi bahan-bahan kimia yang ada di dalam air limbah. Jadi perlakuan aerasi dapat meningkatkan kualitas limbah kearah yang lebih baik.

Kata Kunci: Aerasi, Pengolahan, Limbah Berminyak

ABSTRACT

Oily waste can pollute environment. One of the method used to process the oily waste is aeration method. This researce is carried out by taking oily waste PT. Indonesia Power Business Unit Electric Power Station Bali at Pasanggaran Denpasar, aimed at increase quality of the waste.

The sampel used is waste of PT. Indonesia Power Electric Power Station Business Unit of Bali. The sampel is intercepted and retained in a retaining box, and 11,12 litters are then taken to be put into treatment tank. Aeration treatment duration given varies, such as 12 hours, 24 hours, 48 hours, and 72 hours for the sampel with air flow speed of 0,6m/s. The treatment is also done with adding sampel with mud of 1% of the whole sampel volume. The relation between Aerating duration with oil contents, oil layer, BOD value, COD value, TDS value and TSS value will be analyzed with simple correlation and descriptive analysis.

Aeration treatment can reduce the contents of oil in waste and separate oil accumulated in the water so that the oil can be depressed up. Aeration treatment can also lower BOD value, COD value, TDS value and TSS value because giving oxygen in to waste will meet the needs of oxygen of disentangling microorganism in the waste water and the needs of oxygen for oxidation of chemicals in the waste. Therefore, aeration treatment can increase quality of the waste.

Key Word : Aeration, Processing, Oily Waste

PENDAHULUAN

Peningkatan kegiatan perekonomian terutama sektor industri senantiasa menimbulkan dampak positif dan dampak negatif. Dampak positifnya antara lain meningkatnya kesempatan kerja, tingkat ekonomi, kesejahteraan masyarakat, serta pertumbuhan ekonomi secara nasional. Sedangkan dampak negatif adalah menurunnya kualitas lingkungan yang disebabkan oleh penanganan limbah yang tidak benar.

Limbah industri sangat beragam, sesuai dengan jenis industri. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat bertindak sebagai sumber bahan makanan untuk pertumbuhan mikroba. Limbah yang langsung dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan penurunan kualitas air dengan mekanisme pertumbuhan mikro-organisme yang berlimpah. Meningkatnya jumlah mikroorganisme dapat menyebabkan berkurangnya nilai oksigen terlarut "*Dissolved Oxygen*" (DO), karena sebagian besar oksigen dipakai untuk respirasi mikroorganisme tersebut. Dengan menurunnya DO maka akan mempengaruhi kehidupan ikan dan biota air lainnya.

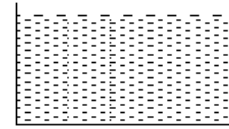
Masalah pencemaran karena limbah yang tidak dikelola dengan baik tidak hanya disebabkan oleh industri besar, tetapi juga oleh industri kecil yang seringkali belum mempunyai fasilitas pengolahan limbah. Mengingat jumlah industri kecil yang sangat banyak dan lokasi yang menyebar,

maka hal ini perlu mendapat perhatian. Sementara untuk industri besar yang sudah dilengkapi fasilitas pengolahan limbah dan adanya Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor : KEP 03/MENKLH/II/1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan yang Sudah Beroperasi, seharusnya dapat mengelola limbah yang dihasilkan dengan prosedur yang benar dan bertanggungjawab, namun dalam pelaksanaannya masih sering terjadi pelanggaran.

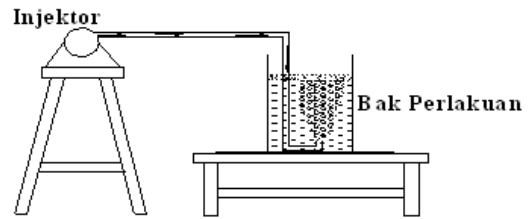
Secara umum pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan cara pengurangan sumber ("*source reduction*"), penggunaan kembali ("*reuse*"), pemanfaatan ("*recycling*"), dan pengolahan ("*treatment*"). Salah satu pengolahan limbah dengan *treatment* adalah dengan penambahan oksigen kedalam air limbah (aerasi). Penambahan oksigen adalah salah satu usaha pengambilan zat pencemar yang tergantung di dalam air, sehingga konsentrasi zat pencemar akan hilang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. Pada prakteknya terdapat dua cara untuk menambahkan oksigen kedalam air limbah yaitu dengan memasukkan udara ke dalam air limbah dan atau memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen (Sugiharto, 1987).

METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan di PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Bali, dengan mengambil sampel pada tahapan pengolahan limbah bagian septik, setelah limbah melewati dua buah separator. Sampel diambil secara acak di beberapa titik sampai didapat volume air limbah sebanyak 35 liter. Sampel didiamkan beberapa hari (kurang lebih dua hari) dengan harapan untuk mendapatkan homogenitas, seperti gambar 1 di bawah. Dari 35 liter sampel akan diambil lagi sebanyak 11,12 liter dan selanjutnya diberikan perlakuan aerasi dengan laju aliran udara 0,6 m/s, seperti gambar 2 di bawah. Perlakuan juga dilakukan untuk sampel yang diberikan lumpur sebesar 1% dari volume air limbah. Untuk sampel lumpur yang digunakan adalah lumpur yang diambil secara proporsif di sekitar mangrove kawasan PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Bali, dimana lumpur tersebut sudah ditumbuhi lumut yang dianggap ada bakteri pengurai yang mampu hidup dengan memanfaatkan limbah yang terkontaminasi dengan minyak bertahun-tahun sebagai makanannya. Pengambilan data untuk sampel yang ditambahkan lumpur sama dengan sampel yang tidak diberikan lumpur.



Gambar 1. Sampel air limbah yang diambil sebanyak 35 liter



Gambar 2. Instalasi percobaan

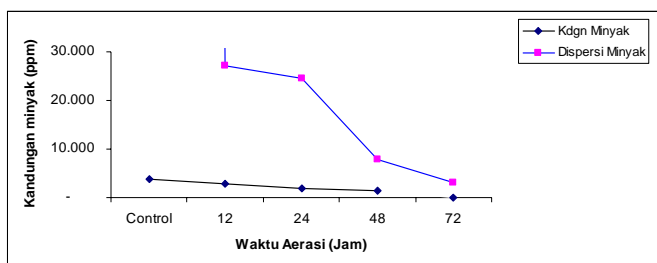
Variabel yang diukur adalah kandungan minyak yang berada pada air limbah, lapisan minyak, nilai BOD₅, COD, TDS dan TSS sebelum dan setelah perlakuan dalam beberapa variasi waktu yaitu 12, 24, 48, 72 jam. Data diambil dengan dua kali ulangan perlakuan aerasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Kandungan Minyak

Dari data yang didapat seperti Gambar 3, hubungan waktu aerasi dengan kandungan minyak yang terdapat pada air limbah adalah berkorelasi negatif sebesar -0,76 atau koefisien pengaruhnya adalah 58% dan sisanya 42% penurunan kandungan minyak dipengaruhi oleh faktor lain. Pemberian O₂ pada air limbah yang mengandung minyak dapat memisahkan minyak dengan air yang belum dapat terpisah akibat dari masa jenis fluida. Dengan terpisahnya minyak dari air maka minyak akan

terflotasi keatas akibat masa jenis minyak lebih kecil dari masa jenis air. Dari data hasil penelitian terlihat terjadi peningkatan kandungan minyak dari waktu aerasi 48 jam ke waktu aerasi 72 jam, secara logika hal ini tidak mungkin terjadi karena pada sampel yang sama setelah minyak dan air terpisah akibat diberikan O_2 maka minyak akan terflotasi keatas dan pasti kandungan minyak pada air limbah akan turun. Hal yang mungkin terjadi adalah kandungan minyak akan tetap walaupun diberikan aerasi lebih lama lagi, hal ini disebabkan oleh terpisahnya air dengan minyak sudah jenuh. Kenaikan kandungan minyak pada data yang didapat kemungkinan disebabkan salah dalam pengukuran atau kurangnya pengambilan sampel pada waktu yang sama. Penurunan kandungan minyak dari sebelum air limbah mendapatkan perlakuan dengan setelah mendapatkan perlakuan adalah sebesar 2,35 ppm.



Gambar 3. Hubungan Waktu Aerasi Terhadap Kandungan Minyak & Dispersi Minyak

Pengaruh Lama Waktu Aerasi Terhadap Dispersi Minyak

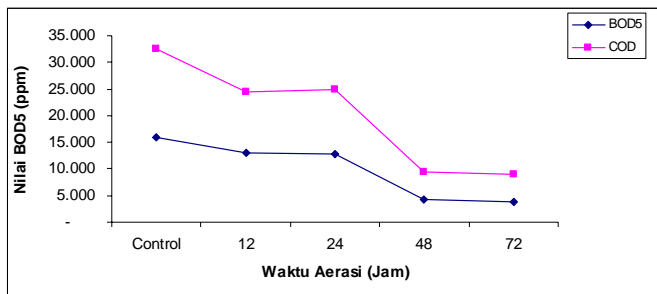
Hubungan waktu waktu aerasi terhadap dispersi minyak dapat kita lihat seperti Gambar 3. Hubungannya adalah berkorelasi negatif yaitu $-0,97$ atau indeks pengaruhnya adalah 95%, artinya minyak

terdispersi disebabkan oleh penambahan waktu aerasi adalah 95% dan hanya 5% dipengaruhi oleh faktor lain selain waktu aerasi. Pada kasus ini kita tidak dapat membandingkan dengan data sebelum perlakuan karena sampel diberikan perlakuan setelah 2394,2 ppm minyak diambil dari sampel. Sampai waktu aerasi 72 jam masih terjadi dispersi minyak akibat pemberian O_2 , kemungkinan juga akan ketemu waktu tertentu yang kondisi sampelnya tidak dapat terdispersi lagi.

Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Nilai BOD_5

Hubungan antara waktu aerasi dengan nilai BOD dapat dilihat seperti Gambar 5, dimana didapat hubungan $-0,92$ atau berkorelasi negatif, artinya penambahan waktu aerasi mengakibatkan penurunan nilai BOD, indeks pengaruhnya adalah sebesar 0,85 atau 85%. Jadi pengaruh waktu aerasi terhadap penurunan nilai BOD adalah 85% dan sisanya 15% dipengaruhi oleh faktor lain. Pengaruh ini dapat dikatakan sangat kuat yang diakibatkan oleh semakin banyaknya suplay udara ke air limbah berarti populasi organisme pengurai yang ada di air limbah cukup akan O_2 dan akan mengakibatkan meningkatnya laju penguraian yang diakibatkan oleh bertumbuhnya populasi organisme dengan baik. Penurunan nilai BOD menyatakan indikator meningkatnya kualitas air limbah kearah yang lebih baik. Kalau kita bandingkan dengan kondisi air limbah sebelum diberikan perlakuan aerasi yaitu memiliki nilai BOD 15,92 ppm, penurunan sampai

pada waktu 72 jam adalah sebesar 12,05 ppm dan penurunan paling besar terjadi pada waktu aerasi 24 jam ke 48 jam yaitu sebesar 8,63 ppm. Kondisi ini menunjukkan bahwa waktu aerasi 48 jam merupakan waktu yang paling optimum yang diakibatkan oleh pertumbuhan organisme pengurai sampai waktu 24 jam cukup besar, yang mengakibatkan kekurangan suplay O_2 . Setelah waktu 24 jam sampai waktu 48 jam suplay udara terhadap kebutuhan organisme mulai terpenuhi sehingga pada waktu 48 jam menuju waktu 72 jam penurunannya cukup kecil sebesar 0,36 ppm. Hal penting disini adalah pemberian waktu aerasi guna menurunkan nilai BOD memiliki titik jenuh artinya penambahan waktu aerasi tidak berpengaruh lagi terhadap penurunan nilai BOD.



Gambar 4. Hubungan Waktu Aerasi Terhadap Nilai BOD₅ & COD

Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Nilai COD

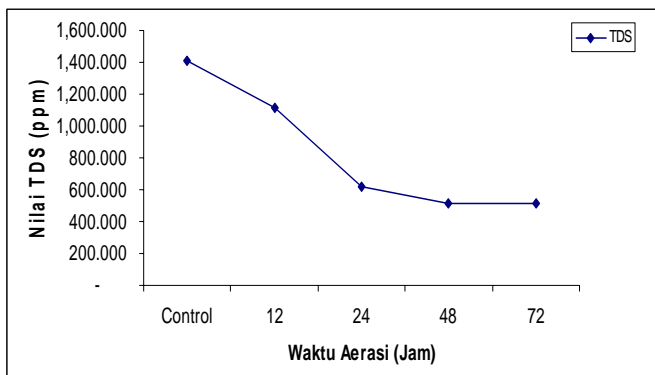
Hubungan antara waktu aerasi dengan nilai COD dapat dilihat seperti Gambar 4 dimana berkorelasi negatif sebesar -0,91, artinya penambahan waktu aerasi mengakibatkan penurunan nilai COD, indeks pengaruhnya adalah sebesar 0,83 atau 83%. Jadi pengaruh waktu aerasi terhadap

penurunan nilai BOD adalah 83% dan sisanya 17% dipengaruhi oleh faktor lain selain waktu aerasi. Pada waktu aerasi 24 jam terjadi peningkatan nilai COD sebesar 0,57 ppm hal ini mungkin disebabkan pada saat waktu 24 jam terjadi proses oksidasi yang lebih besar sehingga membutuhkan O_2 lebih besar. Dengan suplay O_2 yang konstan menyebabkan pada waktu 24 jam terjadi kekurangan O_2 , sehingga nilai COD-nya menjadi turun. Untuk waktu selanjutnya kebutuhan O_2 untuk oksidasi telah terpenuhi sehingga nilai COD-nya menjadi turun.

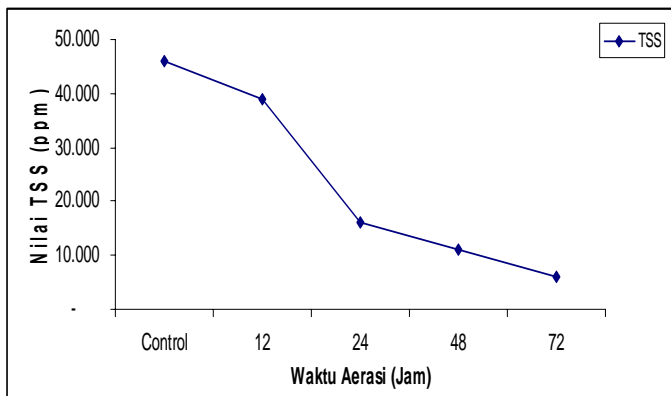
Pengaruh Waktu Aerasi Terhadap Nilai TDS & TSS

Peningkatan waktu aerasi diikuti oleh penurunan nilai TDS dan TSS dari air limbah, dimana hubungannya adalah berkorelasi negatif dan hubungan lama waktu aerasi terhadap nilai TDS adalah -0,77 atau indeks pengaruhnya sebesar 60% sedangkan sisanya 40% dipengaruhi oleh faktor lain. Pada hubungan lama waktu aerasi terhadap nilai TSS adalah -0,86 atau indeks pengaruhnya 73% dan sisanya 27% dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan di atas dapat dijelaskan dengan pemberian O_2 kedalam air limbah maka akan dapat menghancurkan endapan-endapan yang tergumpal sehingga akan mempermudah penyerapan O_2 dan bakteri-bakteri aerob yang berfungsi sebagai pengurai dapat bertumbuh dengan baik dan akan semakin banyak bakteri pengurai yang dapat menguraikan endapan-

endapan yang tergumpal sehingga nilai TDS dan TSS menjadi turun.



Gambar 5 Hubungan Waktu Aerasi Terhadap Nilai TDS



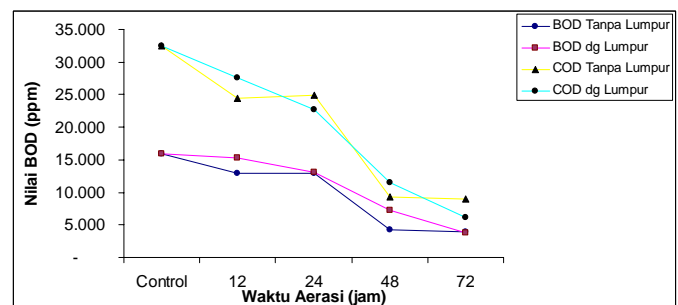
Gambar 6 Hubungan Waktu Aerasi Terhadap Nilai TSS

Pengaruh Lama Waktu Aerasi Terhadap Nilai BOD₅ dan COD dengan Penambahan Lumpur pada sampel

Pada pengolahan limbah, air limbah akan terkontaminasi dengan lumpur, sehingga pada perlakuan ini juga diujikan dengan memberikan sampel air dengan lumpur sebanyak 1%. Dengan penambahan lumpur tersebut didapatkan data seperti Gambar 7. Gambar di bawah menunjukkan bahwa

hubungan waktu aerasi dengan nilai BOD berkorelasi negatif sebesar $-0,89$ dengan indeks pengaruhnya sebesar 79% dan sebesar 21% penurunan nilai BOD diakibatkan oleh faktor diluar waktu aerasi.

Apabila kita bandingkan pengaruh waktu aerasi terhadap nilai BOD pada dua jenis sampel yang berbeda ini dapat kita lihat seperti Gambar 7. Pada data ini kita lihat penurunan nilai BOD membutuhkan waktu yang lebih lama dimana nilai BOD sampai waktu 72 jam, untuk sampel yang diberi lumpur memiliki nilai BOD lebih besar, hal ini disebabkan oleh kemungkinan pertumbuhan populasi organisme pengurai lebih besar dibandingkan dengan sampel yang tidak diberikan lumpur, karena dengan penambahan lumpur memungkinkan terpenuhinya makanan untuk pertumbuhan organisme pengurai tersebut. Bertambahnya populasi organisme pengurai akan membutuhkan suplay udara lebih besar.



Gambar 7 Perbandingan Nilai BOD₅ & COD pada Sampel yang Ditambahkan Lumpur dengan yang tidak ditambahkan Lumpur

Perbandingan pengaruh waktu aerasi terhadap nilai COD pada sampel yang diberikan lumpur dengan

yang tidak diberikan lumpur dapat dilihat pada Gambar 7.

Hubungan antara lama waktu aerasi terhadap nilai COD dengan penambahan lumpur 1% pada sampel adalah berkorelasi negatif yaitu sebesar 0,87 dan indeks pengaruh lama waktu aerasi terhadap penurunan nilai COD adalah 75%, dan 25% dipengaruhi oleh faktor lain selain waktu. Kalau kita bandingkan antara sampel yang ditambahkan lumpur dan yang tidak ditambahkan lumpur terlihat, dengan penambahan lumpur akan dapat menurunkan nilai COD yang lebih besar, terlihat mulai waktu aerasi 72 jam.

Efektifitas waktu aerasi terhadap kandungan minyak, dispersi minyak, nilai BOD₅, COD, TDS dan TSS

Pengaruh waktu aerasi terhadap kandungan minyak jika dibandingkan dengan kontrolnya didapat pada waktu 12 jam mengalami penurunan sebesar 24,32 %, pada 24 jam mengalami penurunan 50%, pada 48 jam mengalami penurunan sebesar 63,51% dan pada waktu 72 jam mengalami penurunan sebesar 56,67%. Jadi waktu aerasi yang paling efektif untuk menurunkan kandungan minyak dalam air limbah adalah pada waktu 48 jam dengan besar penurunan 63,51 %. Dispersi minyak yang terjadi adalah berbanding lurus dengan kandungan minyak yang terakumulasi dalam air limbah, artinya semakin kecil kandungan minyak yang terdapat dalam air

limbah maka minyak yang mampu terdispersi akibat perlakuan aerasi adalah semakin kecil pula.

Waktu yang paling optimum yang didapat untuk menurunkan nilai BOD₅ adalah pada waktu 72 jam. Dengan waktu 72 jam dapat menurunkan nilai BOD₅ sebesar 75,67 % dari sebelum air limbah diberikan perlakuan aerasi. Penurunan paling besar terjadi antara waktu 24 jam menuju 48 jam yaitu penurunannya sebesar 67,10 %. Untuk nilai COD persentase penurunan yang paling besar terjadi pada 48 jam dengan penurunan 62,63 %. Jadi penurunan nilai BOD dan COD terjadi paling optimum pada 48 jam.

Persentase penurunan nilai TDS dan TSS terhadap sampel yang belum diberikan perlakuan aerasi, penurunan yang paling besar terjadi pada waktu aerasi 72 jam, namun persentase penurunan terhadap setiap variasi waktu yang diberikan ternyata waktu aerasi 24 jam menunjukkan persentase penurunan yang paling besar yaitu untuk TDS 44,84% dan untuk TSS sebesar 58,97%, (tabel terlampir).

Untuk perlakuan yang ditambahkan lumpur persentase penurunan BOD dan COD terhadap kontrol terjadi pada waktu aerasi 72 jam dan persentase penurunan nilai BOD dan COD terhadap variasi waktu yang diberikan adalah terjadi pada waktu aerasi 48 jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin lama waktu aerasi maka kandungan minyak didalam air limbah akan semakin berkurang. Penurunan kandungan minyak juga disertai dengan terdispersinya minyak ke atas sehingga bagian atas limbah akan terdapat lapisan minyak. Penurunan kandungan minyak terbesar terjadi pada waktu 48 jam.
2. Semakin lama waktu aerasi yang diberikan pada air limbah maka nilai BOD₅ & COD dari air limbah tersebut semakin kecil, penurunan paling besar terjadi pada waktu aerasi 72 jam. Penurunan nilai BOD₅ & COD mengidentifikasi kualitas limbah tersebut lebih baik sehingga akan berdampak positif bagi kualitas lingkungan perairan jika limbah tersebut dilepas ke lingkungan.
3. Penambahan lumpur pada sampel di awal perlakuan menyebabkan nilai BOD₅ dan COD masih lebih tinggi dari nilai BOD₅ dan COD sebelum diberikan lumpur, namun pada waktu 72 jam sampel yang diberikan lumpur memiliki nilai BOD₅ dan COD yang lebih rendah.
4. Persentase penurunan nilai BOD₅, COD, TDS, dan TSS dari sebelum perlakuan didapat persentase penurunan terbesar pada waktu 72 jam, namun persentase penurunan nilai BOD₅, COD, TDS, dan TSS dari setiap waktu aerasi

yang diberikan didapat antara waktu 24 – 48 jam.

6.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, bagi pembaca yang berminat mengembangkan penelitian ini sebaiknya jarak waktu aerasi yang diberikan lebih sempit lagi dan waktu aerasi diperpanjang lagi sampai ditemukan waktu yang paling efektif dalam pengolahan limbah berminyak. Sampel lumpur yang digunakan untuk proses *biodegradable* sebaiknya dikaji lebih dalam mengenai karakteristik lumpur dengan uji lab, sehingga karakteristik lumpur yang dipakai sesuai dengan tujuan penelitian.
2. Bagi PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Bali perlu mengoptimalkan metode aerasi untuk pengolahan fisik dan biologi, sehingga nantinya diperoleh kualitas air limbah yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaeerts, G. And Santika, S.1987. Metode Penelitian Air, Usaha Nasional. Surabaya
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2004, Metode Analisis Air dan Air Limbah, Jakarta.
- Boyd, C.E. 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA.*

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. PT.Kanisius. Yogyakarta.
- Haslam, S.M.1995. *Rever Pollution and Ecological Perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Husin, Y.A. 1988. Penentuan Analisis Sifat Fisik-Kimia Air. Kursus Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Angkatan VI. Kantor Mentri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Institut Teknologi Bogor, Bogor.
- Leonare, S., and Clesceri. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, APHA, Washington DC.
- Met Calf dan Eddy Inc.1997, *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Re Use*, McGraw-Hill *Series Water Resources and Environmental Engineering* (New York: McGraw-Hill Book Co.
- Pusstan, 2003. Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair [cited 2007 Januari. 26]. Available from: URL http://www.dephut.go.id/INFORMASI/SETJEN/PUSSTAN/info_5_1_0604/isi_5.htm.
- Rao,C.S. 1992. *Environmetal Polution Control Engineering*. Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Rastina, I.K., Mahendra, M.S., Adnyana, W.S.2004. Studi Kualitas Air Sungai Yeh Ho. *Jurnal Lingkungan Hidup Bumi Lestari*. Volume 5:1 (halaman 6), Denpasar
- Saeni, M.S. 1989. *Kimia Lingkungan*. Depdikbud, Ditjen Pendidikan Tinggi. PAU. Ilmu Hayat. IPB, Bogor.
- Siregar. S.A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2004. *Metode Pengambilan Contoh Uji*, Jakarta.
- Sudipa, M.S, Mahendra, I.B, Sudana, 2006. *Studi Kualitas Hasil Pengolahan Air Limbah Kasus Salah Satu Hotel Berbintang di Bali*.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Sulistijorini, 2003. Pengaruh Aerasi Dalam Pengolahan Limbah[cited 2006 Sep. 10]. Available from: URL: <http://www.perpus.wima.ac.id/nani04.htm>.
- Sundstrom, DonalW, Herbert E. Klei, 1997. *Wastewater Treatment* (USA Prentice Hall Inc.
- Sutrino Hadi. 2000, *Metodologi Research*. Penerbit Andi Yogyakarta.