

ANALISIS EFEKTIFITAS PROSES PENGOLAHAN LIMBAH PT. INDONESIA POWER UNIT BISNIS PEMBANGKITAN (UBP) BALI BERBASIS MICROSOFT VISUAL FOXPRO

N. NGR. ADISANJAYA^{1,2)}, I W BUDIARSA SUYASA^{2,3)}, K. SUNDRA³⁾

1) Dinas PU Provinsi Nusa Tenggara Barat

2) Program Sudi Ilmu Lingkungan PPs Unud

3) FMIPA Unud

Email: ngurah.bagus@gmail.com

ABSTRAK

PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Bali merupakan badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak dibidang ketenagalistrikan Jawa dan Bali. Perusahaan ini mengelola 15 unit pembangkit listrik, 11 PLTD dan 4 PLTG dimana total daya yang dihasilkan 201,29 MW. Besarnya daya tersebut akan menghasilkan debit limbah yang besar pula sehingga diperlukan teknologi proses pengolahan limbah yang baik dan efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas tingkat pencemar air limbah dan efektifitas proses pengolahan limbahnya. Analisa data dan pengolahannya menggunakan bahasa pemrograman Microsoft visual foxpro.

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari dan Maret tahun 2011 dengan parameter temperatur, pH, zat padat terlarut (TDS), minyak dan lemak, BOD₅, COD, sulfida (H₂S), cadmium (Cd), timbal (Pb) dan besi terlarut (Fe). Penelitian ini bersifat deskriptif dengan metode pengambilan data secara primer dengan uji laboratorium. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kualitas air limbah pada TS I yaitu pada *inlet* separator I, TS II yaitu pada *outlet* separator II dan TS III yaitu pada *outlet* proses pengolahan limbah secara keseluruhan dengan baku mutu yang ditetapkan.

Hasil yang didapat adalah kurang optimalnya efektifitas poses pengolahan limbah pada cadmium (Cd) yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 61,32 % karena masih berada dibawah standar efektifitas yang berlaku yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 97,17 % sehingga kualitas *effluent* nya dengan rata-rata sebesar 0,14 ppm melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 0,01 ppm. Hal ini disebabkan karena belum adanya alternatif dalam proses pengolahan limbah untuk menurunkan kandungan logam berat khususnya cadmium (Cd) dan untuk meningkatkan efektifitas sebelumnya.

Kata kunci : kualitas, efektifitas, proses pengolahan limbah, PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Bali

ABSTRACT

Indonesia Power Generating Business Unit Bali is a state-owned enterprises (SOEs) engaged in the electrification of Java and Bali. This company manages 15 units of power plants, 11 diesel and 4 PLTG which total 201.29 MW of power generated. The amount of power it will produce a greater flow of waste so that waste processing technology needed a good and effective.

This study aims to determine the quality of waste water pollutant levels and the effectiveness of waste processing, that data analysis and processing using Microsoft Visual FoxPro programming language.

Sampling was conducted in February and March of 2011 with the parameters of temperature, pH, dissolved solids (TDS), oil and grease, BOD₅, COD, sulfide (H₂S), cadmium (Cd), lead (Pb) and dissolved iron (Fe). This study is descriptive with a primary method of data collection with laboratory tests. The study was conducted by comparing the quality of waste water in TS I, which on the inlet separator I, TS II, namely the outlet separator II and TS III, namely the outlet waste treatment process as a whole with the specified quality standards.

The results are less optimal effectiveness of wastewater treatment poses on cadmium (Cd) by the average value of 61.32% because it is below the prevailing standards of effectiveness by the average value of 97.17% so that its effluent quality with average of 0.14 ppm exceeds the standard set that is equal to 0.01 ppm. This is due to the absence of alternative waste treatment processes to reduce the content of heavy metals, especially cadmium (Cd) and to improve the effectiveness of the previous.

Keywords : quality, effectiveness, waste treatment process, Indonesia Power Generating Business Unit Bali

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta pesatnya pertumbuhan ekonomi yang secara tidak langsung telah memicu pertumbuhan industrialisasi di kota-kota besar. Kegiatan industrialisasi jika tanpa pengawasan dari pihak terkait dapat menimbulkan permasalahan terutama dibidang lingkungan. Sistem pengolahan limbah mutlak diperlukan karena kegiatan industri dapat menghasilkan limbah dan apabila tidak serius ditangani akan menimbulkan efek samping. Adapun efek samping dari limbah adalah dapat membahayakan kesehatan manusia, merugikan dari segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan benda atau bangunan. Selain itu limbah juga dapat membunuh biota air seperti ikan-ikanan atau binatang lain dan dapat merusak lingkungan jika kandungan limbah tersebut mengandung logam berat dan telah melebihi baku mutu yang ditetapkan (Sugiharto, 1987).

Jika pemilik industri tidak menangani secara serius masalah limbah ini, sudah tentu hal tersebut akan berdampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat sekitar. Oleh karena itu salah satu upaya yang dilakukan oleh pemilik industri dalam pengolahan limbahnya dengan beberapa rangkaian kegiatan yang meliputi : penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan limbah termasuk penimbunan hasil pengolahan, sehingga pengolahan ini dapat menekan seminimal mungkin pencemaran yang diakibatkan limbah tersebut.

Salah satu contoh industri di Bali yang telah melakukan upaya pengolahan limbah adalah PT. Indonesia Power UBP Bali. Perusahaan ini adalah perusahaan yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang usaha pembangkit listrik yang menjadi rekanan PLN dalam pemasok listrik Jawa dan Bali, yang dalam pelaksanaan kegiataannya mempergunakan mesin-mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) untuk pembangkit listrik. Perusahaan ini mengelola 15 unit pembangkitan listrik yang terdiri 11 unit pembangkit listrik tenaga diesel dan empat unit pembangkit listrik tenaga gas, dengan total daya terpasang 201,29 MW.

Operasional pembangkit listrik PT. Indonesia Power UBP Bali pada bulan Januari-Desember 2009 menghasilkan limbah B3, diantaranya minyak kotor 667.600 liter, kain majun terkontaminasi B3 185 Kg, toner printer 24.3 Kg, botol bekas kemasan B3 22.75 Kg, lampu TL bekas 13 Kg, Slude penampung bak I sebanyak 5.826 Kg dan Slude penampung bak II sebanyak 3.571 Kg.

Pada tanggal 12 Agustus 2008 melalui Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, PT. Indonesia Power UBP Bali memberikan hasil penilaian peringkat kerja terhadap perusahaan dalam pengelolaan lingkungan hidup (PROPER) adalah biru minus, yang artinya untuk usaha dan atau kegiatan yang telah melakukan upaya pengelolaan lingkungan yang

dipersyaratkan sesuai dengan ketentuan dan peraturan perundang-undangan yang berlaku namun perlu adanya peningkatan pengelolaan lingkungan. Hal ini dikarenakan ada beberapa parameter air limbah dari sistem pengolahan limbahnya masih melebihi baku mutu lingkungan seperti cadmium (Cd) dan BOD₅, dimana sebagai pembanding baku mutu digunakan Peraturan Gubernur No. 8 tahun 2007 tentang baku mutu lingkungan hidup dan kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.

Oleh karena itu diperlukan analisis lebih lanjut mengenai efektifitas proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali dan untuk mempermudah dalam menganalisis dan mengolah data dari keefektifan proses tersebut maka digunakan sistem komputerisasi dengan microsoft visual FoxPro. Program ini merupakan pengembangan dari industri Microsoft yang difungsikan untuk aplikasi database yang berkaitan erat dengan sistem pengolahan data. Perpaduan antara sistem komputerisasi dan sistem pengolahan limbah diharapkan mampu menghasilkan sistem analisis data proses pengolahan limbah yang berbasis teknologi komputerisasi yaitu teknologi yang berbasis Microsoft Visual FoxPro.

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Mengetahui kualitas air limbah hasil dari Proses Pengolahan Pengolahan Limbah PT. Indonesia Power UBP Bali dengan menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual FoxPro. (2) Untuk mengetahui tingkat efektifitas Proses Pengolahan Limbah PT. Indonesia Power UBP Bali dengan menggunakan pemrograman Microsoft Visual FoxPro.

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Proses Pengolahan Limbah PT. Indonesia Power UBP Pesanggaran Bali dan waktu penelitian dilakukan selama tiga bulan yaitu bulan Januari-Maret 2011.

Sumber Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil analisis kualitas dan efektifitas proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali sedangkan untuk data sekundernya diperoleh melalui studi pustaka dari PT. Indonesia Power UBP Bali, studi literatur buku dan internet.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan disini adalah Teknik *Purposive Sampling*. Dalam penelitian ini terdapat tiga titik pengambilan sampel yaitu TS I, TS II dan TS III. Dari masing-masing titik sampel dilakukan pengulangan pengambilan sampel sebanyak tiga kali, sehingga total terdapat 9 sampel. Sampel-sampel tersebut kemudian dibawa ke laboratorium UPT. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Bali untuk dianalisis lebih lanjut sesuai dengan peruntukannya.

Pengukuran sampel limbah pada TS I, TS II dan TS III yang dianalisis adalah parameter fisika dan kimianya. Adapun parameter fisiknya berupa temperatur dan zat padat terlarut (TDS), sedangkan parameter kimianya adalah parameter pH, minyak dan lemak, BOD₅, COD,

sulfida (H₂S), cadmium (Cd), timbal (Pb) dan besi (Fe). Parameter fisika dan kimia yang dianalisis akan dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Bali No. 8 Tahun 2007 (kelas IV) tentang baku mutu lingkungan hidup dan kriteria kerusakan lingkungan hidup dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2009 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pembangkit listrik tenaga termal.

Tabel 1 Parameter, Satuan, Metode analisis, Alat analisis dan Baku Mutunya

No	Parameter	Satuan	Metode Analisis	Alat Analisis	Baku mutu
FISIKA					
1	Temperatur	°C	Pemuaian air raksa	Thermometer	Deviasi 5**
2	Zat padat terlarut (TDS)	ppm	Gravimetrik	Timbangan analitik	2000 **
KIMIA					
1	pH	-	-	pH meter	5-9 **
2	Minyak dan lemak	ppm	Spektopothometrik	Spektopothometer	10*
3	BOD ₅	ppm	Titrimetrik	Buret	12 **
4	COD	ppm	Titrimetrik	Buret	100 **
5	Sulfida (H ₂ S)	ppm	Spektopothometrik	Spektopothometer	(-)
6	Cadmium (Cd)	ppm	Spektopothometrik	Spektopothometer	0,01 **
7	Timbal (Pb)	ppm	Spektopothometrik	Spektopothometer	1 **
8	Besi terlarut (Fe)	ppm	Spektopothometrik	Spektopothometer	3*

Keterangan (*): Permen. LH No. 8 Tahun 2009
 (**): Pergub. Bali No. 8 Tahun 2007
 (-): tidak dipersyaratkan berdasarkan baku mutu

Variabel dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua yaitu kualitas air limbah dan efektifitas proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali. Data analisis kualitas proses pengolahan limbah diperoleh dengan membandingkan hasil analisis parameter di laboratorium UPT. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Bali pada TS I, TS II dan TS III dengan Pergub. Bali Tahun 2007 dan Permen. LH No. 8 Tahun 2009, sedangkan untuk menentukan efektifitas atau efisiensi (Q) proses pengolahan limbah dibedakan menjadi dua tahap yaitu tahap I dan tahap II. Tahap I, dimana dianalisa efektifitas (Q) dari inlet separator I (Q₀) dengan outlet separator II (Q₁) sedang tahap II dianalisa efektifitas inlet separator III (Q₁) dan outlet akhir proses pengolahan limbahnya (Q_a) dengan menggunakan rumus efektifitas (1) menurut Metcalf & Eddy (2003) :

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :
 A : nilai parameter awal (inlet) diperoleh dari data kualitas air sebelum air limbah masuk kedalam suatu proses pengolahan limbah.
 B : nilai parameter akhir (outlet) diperoleh dari data kualitas air setelah air limbah keluar dari suatu proses pengolahan limbah.

Dari analisis efektifitas pada tahap I (Q₁) dan pada tahap II (Q_{II}) yang dihitung dengan menggunakan rumus efektifitas (1) akan digunakan untuk menentukan analisis nilai efektifitas proses pengolahan limbah

secara keseluruhan (ΔQ), proses pengolahan limbah ini mencakup proses pengolahan limbah pada separator I, separator II, separator III, septik aerasi, septik biofiltrasi dan AOP ozone.

Dari hasil analisis efektifitas pengolahan limbah secara keseluruhan (ΔQ) dapat dianalisis keefektifan atau efektifitas proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali terhadap beberapa parameter air limbah yang dihasilkan, seperti parameter Minyak dan lemak, BOD₅, COD, cadmium (Cd), timbal (Pb) dan parameter lainnya dengan standar efektifitas baku mutu (Sutansyah, 2009).

Standar efektifitas baku mutu diperoleh dari hasil analisis terhadap data primer dan sekunder kualitas air limbah yang dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku menggunakan rumus efektifitas (1) sehingga diperoleh :

$$\% \text{Efektivitas} = \frac{Q_0 - Q_{BM}}{Q_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :
 Q₀ : nilai parameter awal (inlet) diperoleh dari data kualitas air sebelum air limbah masuk kedalam suatu proses pengolahan limbah.
 Q_{BM} : nilai baku mutu diperoleh dari standar baku mutu parameter yang ditetapkan.

Hasil perbandingan kualitas air limbah dengan baku mutu yang berlaku digunakan untuk menentukan keefektifan terhadap baku mutu, dimana kualitas air limbah tersebut apakah telah melampaui atau tidak baku mutu yang ditetapkan.

Setelah dilakukan analisis terhadap keefektifan baku mutu, data efektifitas proses pengolahan limbah secara keseluruhan (ΔQ) akan dibandingkan dengan standar efektifitas. Perbandingan efektifitas proses pengolahan limbah (ΔQ) dengan standar efektifitas baku mutu akan digunakan untuk menganalisa hasil efektifitas proses pengolahan limbah secara keseluruhan (ΔQ) apakah telah memenuhi atau tidak standar efektifitas yang berlaku.

Data kualitas dan efektifitas proses pengolahan limbah kemudian akan ditampilkan dengan bahasa pemrograman Microsoft Visual FoxPro. Program ini merupakan program pengolahan database, dimana data-data yang diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk grafik sesuai dengan peruntukannya sehingga memudahkan dalam proses analisa dan studi lebih lanjut mengenai proses pengolahan limbahnya PT. Indonesia Power UBP Bali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip Kerja Proses Pengolahan Limbah PT. Indonesia Power UBP Bali

Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali berasal dari minyak kotor yang terbuang karena adanya kegiatan pemeliharaan mesin-mesin diesel dan berasal dari air sumur resapan yang dipompa ke permukaan agar parit-parit (duck) kabel listrik tidak tergenang air, hal ini

disebabkan lokasi PLTD/G Pesanggaran berada pada dataran rendah dekat pantai.

Proses pengolahan limbahnya menggunakan tiga buah separator diantaranya separator I, separator II dan separator III, septik aerasi dan biofiltrasi serta sistem perpompaan dan AOP ozone seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengolahan Limbah PT. Indonesia Power UBP Bali

Hasil Kualitas Limbah Cair PT. Indonesia Power UBP Bali

Hasil kualitas air limbah pada proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali diperoleh dari hasil analisis beberapa parameter pengambilan sampel dari tiga kali pengulangan pada TSI, TS II dan TS III dari laboratorium UPT. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Bali. Hasil ini nantinya akan dibandingkan dengan Pergub. Bali No. 8 Tahun 2007 (kelas IV) tentang baku mutu lingkungan hidup dan kriteria kerusakan lingkungan hidup dan Permen. LH No. 8 Tahun 2009 baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pembangkit listrik tenaga termal.

Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Limbah pada TSI

Setelah diperoleh hasil analisis kualitas air limbah pada pengambilan sampel pada TS I yaitu titik sampel pada saat air limbah masuk untuk pertama kali ke proses pengolahan limbah (*influent*), dilanjutkan dengan membandingkan hasil tersebut dengan baku mutu sehingga diperoleh seperti Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Kualitas air limbah TS I dengan baku mutu

No.	Parameter	Satuan	Kualitas TS I				Baku Mutu
			1	2	3	Rata-rata	
1	Tempratur	°C	30.1	29.3	29.5	29.63	Deviasi 5
2	pH	-	7.9	8	7.9	7.93	5-9
3	TDS	ppm	817.65	312	1200	776.55	2000
4	Minyak & Lemak	ppm	0.39	0.106	3.228	1.24	10
5	BOD ₅	ppm	19.2	18.6	19.2	19.00*	12
6	COD	ppm	143.5	137	143	141.17*	100
7	Sulfida	ppm	13.1	12.64	6.49	10.27	-
8	Cadmium	ppm	0.49	0.29	0.28	0.35*	0.01
9	Timbal	ppm	2.53	3.13	3.44	3.03*	1
10	Besi terlarut	ppm	1.5	0.46	0.12	0.69	3

Ket. : * = melebihi baku mutu yang ditetapkan

Pada TS I, kandungan BOD₅, COD, cadmium dan timbal melebihi baku mutu yang ditetapkan. Kadar BOD₅ yang tinggi merupakan indikasi perairan tersebut

tercemar dimana pengujian idealnya dalam waktu lima hari oleh organisme pengurai aerobik dalam suatu volume limbah pada suhu 20°C atau sering disebut sebagai BOD₅ (Lina, 2004). Kegiatan pencucian mesin yang menghasilkan air limbah banyak mengandung cadmium karena beberapa mesin yang terbuat dari baja dilapisi oleh seng (Zn) dimana logam ini merupakan sumber utama dari Cd sehingga produksi Cd sangat dipengaruhi oleh Zn (Sugiharto, 1987). Bahan timbal (Pb) juga sering digunakan sebagai bahan pelapis logam (*coating*) karena sifatnya yang tahan karat, pada proses pemeliharaan mesin-mesin diesel atau cuci-cuci mesin beberapa lapisan mesin *coating* nya sudah tidak maksimal melapisi mesin sehingga hasil pencucian mesin menghasilkan air limbah yang mengandung timbal (Pb) yang masih tinggi (Heryando Palar, 2008).

Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Limbah pada TS II

Setelah diperoleh hasil analisis kualitas air limbah pada pengambilan sampel pada TS II yaitu titik sampel pada saat air limbah telah melewati separator I dan separator II, dilanjutkan dengan membandingkan hasil tersebut dengan baku mutu diperoleh seperti Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Kualitas Air Limbah TS II dengan Baku mutu

No.	Parameter	Satuan	Kualitas TS II				Baku Mutu
			1	2	3	Rata-rata	
1	Tempratur	°C	29.0	29.4	29.4	29.27	Deviasi 5
2	pH	-	7.8	7.8	7.7	7.77	5-9
3	TDS	ppm	510	129	780	473.00	2000
4	Minyak & Lemak	ppm	0.31	0.003	3.018	1.11	10
5	BOD ₅	ppm	17.4	13.2	13.7	14.77*	12
6	COD	ppm	128.4	110	127	121.80*	100
7	Sulfida	ppm	6.98	10.29	4.14	7.14	-
8	Cadmium	ppm	0.31	0.23	0.27	0.27*	0.01
9	Timbal	ppm	0.3	2.63	3.17	2.03*	1
10	Besi terlarut	ppm	0.49	0.2	0.11	0.27	3

Ket. : * = melebihi baku mutu yang ditetapkan

Masih tingginya kandungan COD, BOD₅, cadmium dan timbal pada TS II mengindikasikan belum optimalnya proses pengolahan limbah pada separator I dan II. Salah satu metode yang digunakan adalah metode filtrasi yang belum optimal menurunkan kandungan limbah terutama logam berat. Menurut Fajri dan Hadiwidodo M. (2007), setelah filtrasi digunakan beberapa saat jika tidak dibersihkan akan mengalami penyumbatan sehingga perlu dibersihkan dengan pencucian udara dan pencucian air seperti penyemprotan permukaan filter dan penyemprotan dengan *backwash*. Pada proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali penanganan dalam pembersihan filter dan separator belum maksimal karena sering dijumpai terjadinya penyumbatan pada filtrasi sehingga efektifitas dari separator tersebut tidak maksimal untuk menurunkan kandungan limbah, terutama logam berat.

Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Limbah pada TS III

Setelah diperoleh hasil analisis kualitas air limbah pada pengambilan sampel pada TS III yaitu titik

sampel air limbah pada saat setelah melewati proses pengolahan limbah secara keseluruhan (*effluent*), dilanjutkan dengan membandingkan hasil tersebut dengan baku mutu diperoleh seperti Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kualitas Air Limbah TS III dengan Baku mutu

No.	Parameter	Satuan	Kualitas TS III				Baku Mutu
			1	2	3	Rata-rata	
1	Temperatur	°C	29	28	29	28.67	Deviasi 5
2	pH	-	7.5	7.8	7.5	7.60	5-9
3	TDS	ppm	159	87	214	153.33	2000
4	Minyak & Lemak	ppm	0.09	0.0001	0.32	0.14	10
5	BOD ₅	ppm	8.3	10.7	10.4	9.80	12
6	COD	ppm	48.2	50.2	48.7	49.03	100
7	Sulfida	ppm	2.82	4.32	1.83	2.99	-
8	Cadmium	ppm	0.1	0.15	0.16	0.14*	0.01
9	Timbal	ppm	0.21	0.18	0.22	0.20	1
10	Besi terlarut	ppm	0.1	0.08	0.03	0.07	3

Ket. : * = melebihi baku mutu yang ditetapkan

Pada TS III, yang merupakan titik sampel di akhir proses pengolahan limbah masih ditemukan kandungan cadmium rata-rata 0,14 ppm yang melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 0,01 ppm. Hal ini disebabkan belum optimalnya proses pengolahan limbah pada separator I dan separator II, separator III, septik aerasi, biofiltrasi dan AOP ozone untuk kandungan logam berat khususnya cadmium. Selain belum optimalnya proses filtrasi pada separator I, II dan III dimana sering dijumpai adanya penyumbatan pada proses pengolahan limbahnya, adanya blower pada septik aerasi yang sering tidak berfungsi juga menyebabkan septik aerasi tidak maksimal dalam proses pengolahan limbahnya.

Fungsi septik aerasi menyediakan oksigen bagi mikroorganisme, karena dengan menambahkan oksigen dari blower ke septik aerasi maka dapat membantu meningkatkan oksigen terlarut dalam air limbah dan memperbanyak penguraian bahan anorganik seperti sulfida. Setelah melalui septik aerasi ini dilanjutkan ke septik biofiltrasi dimana proses pengolahan ini merupakan pengolahan limbah secara biologi, menurut Budhi Priyantho dan Joko Prayitno (2003), merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya. Pada proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali masih dijumpai adanya penyumbatan aliran dari septik aerasi ke biofiltrasi karena kurangnya pemeliharaan seperti pengurasan, pembersihan dari bak biofiltrasi sehingga proses pengolahan limbahnya tidak optimal.

Hasil Efektifitas Proses Pengolahan Limbah PT. Indonesia Power UBP Bali

Perhitungan nilai efektifitas proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap I dan tahap II. Masing-masing tahap nilai efektifitasnya diperoleh dari perhitungan data primer dan sekunder dari nilai rata-rata kualitas

air limbah di TS I, TS II dan TS III terhadap parameter BOD₅, COD, sulfida (H₂S), cadmium (Cd), timbal (Pb) dan besi terlarut (Fe) dengan rumus efektifitas (1).

Hasil Perhitungan Efektifitas Nilai pada Tahap I

Setelah dilakukan perhitungan terhadap data primer dan sekunder dari rata-rata kualitas air limbah pada *inlet* separator I (Q₀) dan *outlet* separator II (Q₁) maka nilai efektifitas pada tahap I (Q_I) diperoleh seperti Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Pengukuran Efektifitas pada Tahap I

No.	Parameter	Rata-rata (Q ₀) (ppm)	Rata-rata (Q ₁) (ppm)	Efektifitas (Q _I) (%)
1	TDS	776.55	473	39.09
2	Minyak & lemak	1.24	1.11	10.55
3	BOD ₅	19.00	14.77	22.28
4	COD	141.17	121.80	13.72
5	Sulfida	10.74	7.14	33.57
6	Cadmium	0.35	0.27	23.58
7	Timbal	3.03	2.03	32.97
8	Besi Terlarut	0.69	0.27	61.54

Hasil perhitungan efektifitas pada tahap I yaitu dari *inlet* separator I dan *outlet* separator II untuk parameter TDS, minyak & lemak, BOD₅, COD, sulfida, cadmium dan timbal memiliki persentase lebih kecil dari 60 % dan hanya besi terlarut memiliki nilai 61,54 %. Kurang optimalnya proses pengolahan limbah pada separator I dan II sangat mempengaruhi efektifitas pada tahap I, selain kurang optimalnya proses filtrasi, kurangnya pemeliharaan dari masing-masing separator seperti pengkurasan, pembersihan, dimana hal ini menyebabkan aliran limbah terganggu (*overflow*), selain itu mesin pengkurus yang ada pada separator I dan II masih sering tidak berfungsi sehingga mengganggu proses pemeliharaan.

Hasil Perhitungan Efektifitas Nilai pada Tahap II

Setelah dilakukan perhitungan terhadap data primer dan sekunder dari rata-rata kualitas air limbah pada *outlet* separator II atau *inlet* separator III (Q₁) dan *outlet* akhir proses pengolahan limbah (Q_A) maka nilai efektifitas pada tahap II (Q_{II}) diperoleh seperti Tabel 6.

Pada tahap II, yaitu proses pengolahan limbah dari separator III, septik aerasi, biofiltrasi dan AOP ozone lebih efektif dari tahap I. Hal ini disebabkan karena pada tahap II proses pengolahan limbah tidak terbatas pada proses filtrasi namun dipadukan dengan proses pengolahan limbah dengan metode aerasi, biofiltrasi dan AOP ozone.

Tabel 6. Tabel Pengukuran Efektifitas pada Tahap II

No.	Parameter	Rata-rata (Q ₁) (ppm)	Rata-rata (Q _A) (ppm)	Efektifitas (Q _{II}) (%)
1	TDS	473	153.33	67.58
2	Minyak & lemak	1.11	0.14	87.69
3	BOD ₅	14.77	9.8	33.63
4	COD	121.80	49.03	59.74
5	Sulfida	7.14	2.99	58.1
6	Cadmium	0.27	0.14	49.38
7	Timbal	2.03	0.2	90
8	Besi Terlarut	0.27	0.07	75

Hasil Perhitungan Nilai Efektifitas Proses Pengolahan Limbah Secara Keseluruhan (ΔQ)

Setelah dilakukan perhitungan terhadap data primer dan sekunder dari kualitas air limbah pada *inlet* separator I (Q_o) dan *outlet* proses pengolahan limbah (Q_a) nilai efektifitas proses secara keseluruhan (ΔQ) diperoleh seperti Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Pengukuran Efektifitas Proses Secara Keseluruhan (ΔQ)

No.	Parameter	Rata-rata (Q_o) (ppm)	Rata-rata (Q_a) (ppm)	Efektifitas Akhir (ΔQ) (%)
1	TDS	776.55	153.33	80.24
2	Minyak & lemak	1.24	0.14	88.99
3	BOD ₅	19.00	9.8	48.42
4	COD	141.17	49.03	65.27
5	Sulfida	10.74	2.99	72.17
6	Cadmium	0.35	0.14	61.32
7	Timbal	3.03	0.2	93.30
8	Besi Terlarut	0.69	0.07	73.08

Perhitungan efektifitas proses pengolahan limbah secara keseluruhan menghasilkan kandungan BOD₅ yang memiliki efektifitas dibawah 60 % yaitu sebesar 48 %, sedangkan untuk kandungan TDS, minyak dan lemak, COD, sulfida, cadmium, timbal dan besi terlarut memiliki tingkat efektifitas diatas 60 %.

Hasil Perhitungan Standar Efektifitas

Setelah dilakukan analisis terhadap data primer dan sekunder tentang kualitas air limbah maka hasil tersebut akan dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku dengan rumus standar efektifitas baku mutu (2) sehingga diperoleh nilai standar efektifitas baku mutu seperti Tabel 8 (Sutansyah, 2009).

Tabel 8. Tabel Standar Efektifitas

No.	Parameter	Rata-rata (Q_o) (ppm)	Baku Mutu (ppm)	Keterangan	Standar Efektifitas (%)
1	TDS	776.55	2000	Dibawah baku mutu	-
2	Minyak & lemak	1.24	10	Dibawah baku mutu	-
3	BOD ₅	19.00*	12	Melampaui baku mutu	36.84
4	COD	141.17*	100	Melampaui baku mutu	29.16
5	Cadmium	0.35*	0.01	Melampaui baku mutu	97.17
6	Timbal	3.03*	1	Melampaui baku mutu	67.03
7	Besi Terlarut	0.69	3	Dibawah baku mutu	-

Hasil Perbandingan Efektifitas Proses Pengolahan Limbah dengan Standar Efektifitas

Setelah dilakukan analisa terhadap kualitas dan efektifitas proses pengolahan limbah secara keseluruhan (Tabel 7) kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan standar efektifitas (Tabel 8) sehingga diperoleh tabel perbandingan efektifitas proses pengolahan limbah dengan standar efektifitas diperoleh seperti Tabel 9.

Hasil perbandingan Nilai efektifitas akhir proses pengolahan limbah (ΔQ) dengan standar efektifitas diperlukan untuk mengetahui keefektifan proses pengolahan limbah masing-masing parameter. Berdasar Tabel 9 diperoleh parameter cadmium tidak efektif berdasarkan baku mutu karena nilai efektifitas proses pengolahan limbahnya 61,32% lebih kecil dari standar efektifitas yang ditetapkan yaitu 97,17%.

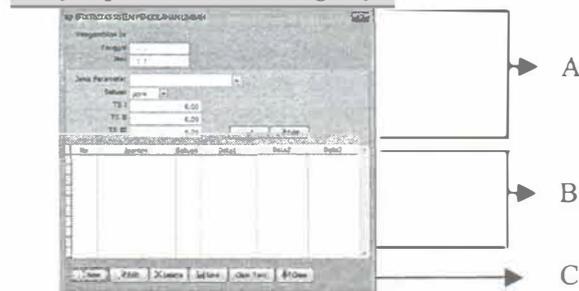
Tabel 9. Hasil Perbandingan Proses Pengolahan Limbah dengan Standar Efektifitas

No. Parameter	Satuan	Inlet Rata-rata (Q_o)	Outlet Rata-rata (Q_a)	Baku Mutu	Efektifitas Proses (ΔQ)	Standar Efektifitas	Keterangan	
1	TDS	Ppm	776.55	153.33	2000.00	80.25	-	Dibawah Baku Mutu
2	Minyak & lemak	Ppm	1.24	0.14	10.00	88.99	-	Dibawah Baku Mutu
3	BOD ₅	Ppm	19.00	9.80	12.00	48.42	36.84	Diatas Baku Mutu
4	COD	Ppm	141.17	49.03	100.00	65.27	29.16	Di atas Baku Mutu
5	Cadmium	Ppm	0.35	0.14	0.01	61.32	97.17	Diatas Baku Mutu
6	Timbal	Ppm	3.03	0.20	1.00	93.30	67.03	Diatas Baku Mutu
7	Besi terlarut	Ppm	0.69	0.19	3.00	73.08	-	Dibawah Baku Mutu

Hasil Pembuatan Program

Setelah diperoleh hasil analisa kualitas dan efektifitas dari proses pengolahan limbah secara keseluruhan baik pada TS I, TS II dan TS III maka dilanjutkan dengan pembuatan program dengan menggunakan Microsoft visual foxpro seperti terlihat Gambar 2.

Bagian A merupakan tempat pengguna program memasukan *input* data yang diinginkan, seperti pengambilan ke, jenis parameter, nilai kualitas air limbah pada TSI, TS II dan TS III. Selain itu pada bagian ini juga terdapat dua *icon* atau tombol Run (\checkmark) dan Edit yang berfungsi untuk menjalankan perintah selanjutnya setelah memasukan atau *input* data. Bagian B merupakan tampilan data sementara setelah memasukan data yang diinginkan dan menjalankan perintah *Run*. Bagian C merupakan tombol atau *icon* yang memiliki fungsi tambahan yang disesuaikan dengan keperluan pengguna atau *user* program, seperti tombol *delete* untuk menghapus, *save* untuk menyimpan dan lain sebagainya.



Gambar 2. Tampilan Program Kualitas dan Efektifitas Pengolahan Limbah

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Hasil proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali untuk parameter cadmium (Cd) terindikasi tercemar dengan rata-rata sebesar 0,14 ppm yang melebihi baku mutu Perbub. Bali No. 8 Tahun 2007 (kelas IV) sebesar 0,01 ppm sedangkan untuk parameter zat padat terlarut (TDS), minyak dan lemak, BOD₅, COD, timbal (Pb) dan besi

terlarut (Fe) masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan dimana hasilnya dapat ditampilkan dengan menggunakan pemrograman visual foxpro.

2. Tingkat efektifitas proses pengolahan limbah PT. Indonesia Power UBP Bali untuk parameter cadmium (Cd) rata-rata 61,32 % masih kurang optimal dalam menurunkan kandungan logam berat tersebut karena masih dibawah standar efektifitas yang ditentukan yaitu rata-rata 97,17 % sedangkan untuk masing-masing parameter BOD₅ rata-rata 48,42 % standar efektifitas rata-rata 36,84 %, COD rata-rata 65,27 % dengan standar efektifitas rata-rata 29,16 % dan timbal (Pb) rata-rata sebesar 93,3 % dengan standar efektifitas rata-rata 67,03 % telah optimal dalam proses pengolahan limbahnya karena melebihi standar efektifitas yang ditetapkan dan tingkat efektifitas proses pengolahan limbah dari masing-masing parameter tersebut dapat ditampilkan dengan menggunakan pemrograman visual foxpro.

Saran

1. Diharapkan kepada PT. Indonesia Power UBP Bali agar dapat memenuhi efektifitas proses pengolahan limbah secara keseluruhan dengan menggunakan metode pengolahan air limbah khususnya untuk penanganan logam berat yang terbaru, karena dari hasil penelitian ditemukan adanya kandungan cadmium (Cd) yang masih melebihi baku mutu yang ditetapkan sehingga keefektifan untuk parameter tersebut masih belum memenuhi standar efektifitas baku mutu yang ditetapkan.
2. Disarankan kepada PT. Indonesia Power UBP Bali untuk melakukan penambahan teknologi informasi dengan sistem komputerisasi yang memiliki kemampuan penyimpanan, pengolahan dan analisa data yang baik, salah satu sistem komputerisasi yang dapat digunakan adalah bahasa program microsoft visual foxpro.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim (a), 2009. *Limbah*. [cited 2009 April 10]. Available at: <http://id.wikipedia.org/wiki/Limbah>.

Anonim (b), 2005. *Pencemaran Tanah*. [cited 2009 April 17]. Available at: <http://www.e-dukasi.net>

Anonim (c), 2008. *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair*. [cited 2008 Sept. 19]. Available at: URL:<http://www.dephut.go.id>

Anonim (d), 2009. *Modul Praktikum FoxPro*. [cited 2010 Maret 1]. Available at: http://ramson.pamaraya.ac.id/MODUL_PRAKTIKUM_FOXPRO.pdf

Anonim (e), 2010. *Dasar Teori Visual FoxPro*. [cited 2011 Jan. 25]. Available at: <http://storage.jak-stik.ac.id/students/full%20paper/penulisan%20ilmiah>

Bahdir, 2000. *Pengolahan Limbah Cair dengan proses Evaporasi*. [cited 2009 April 4]. Available at: <http://digilib.batan.go.id/e-jurnal>

Djaswadi, 2003. *Rancang Bangun dan Kinerja CPI untuk Pemisah Limbah Cair Minyak*. [cited 2011 Feb. 4]. Available at: <http://eprints.undip.ac.id>

Effendi H, 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta : Kanisius.

Fajri dan Hadiwidodo M., 2007. *Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten*

Klaten. [cited 2011 Feb. 20]. Available at: <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal>.

Fardiaz, 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.

Fitria T, 2008. *Pemanfaatan Limbah sandblasting dan clay PT. Pertamina UP IV Cilacap sebagai Bahan Pembuatan Keramik dengan Metode Solidifikasi*. [cited 2008 April 9]. Available at: <http://rac.uui.ac.id>

Hariyadi S, 2004. *BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*. [cited 2010 Okt.15]. Available at: <http://www.rudyct.com/PPS702-ipb>

Hendriani, 2007. *Pengolahan Limbah Cair*. [cited 2009 April 17]. Available at: <http://www.pedulisampah.org>

Heryando, P. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.

Hidayat, 2008. *Teknologi Pengolahan Limbah B3*. [cited 2009 April 4]. Available at: <http://majarimagazine.com/2008/01/teknologi-pengolahan-limbah-b3/>

Hutagalung, 2008. *Teknologi Pengolahan Limbah Gas*. [cited 2009 April 17]. Available at: <http://majarimagazine.com/>

Lestari dan Edward, 2004. *Dampak pencemaran logam berat terhadap kualitas Air laut dan sumberdaya perikanan (studi kasus kematian massal ikan-ikan di teluk jakarta)*. [cited 2010 Jan. 17]. Available at: <http://journal.ui.ac.id>

Lina ,W. 2004. *Pencemaran air : Sumber, Dampak dan Penanggulangannya*. [cited 2010 Nop. 4]. Available at: www.rudyct.com/PPS702-ipb

Mangkoedihardjo, 2005. *Seleksi teknologi untuk pemulihan ekosistem laut tercemar minyak*. [cited 2008 April 3]. Available at: <http://www.its.ac.id>.

Marzoeki, 2006. *Mewaspada Logam Berat*. [cited 2009 April 17]. Available at: <http://achmadmarzoeki.blogspot.com/1996/11/mewaspada-logam-berat.html>

Metcalf & Eddy, Tcobanoglous, G., Burton, F.L, Stensel, D. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. McGraw Hill. New York.

Peraturan Gubernur Bali Nomer 8 Tahun 2007 tentang Baku Mutu lingkungan Hidup Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Bali

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 8 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal. Jakarta.

Priyantho, B., dan Prayitno, J. 2003. *Fitoremediasi sebagai Teknologi Pemulihan Pencemaran, khususnya Logam Berat*. [cited 2011 Jun. 20]. Available at: <http://it.bpppt.tripod.com/>

Reinhard, H. 2009. *Analisis Resiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009*. [cited 2011 Jan. 28]. Available at: <http://repository.usu.ac.id>

Sastrawijaya, 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : Rineka Cipta.

Setyoko Dito, 2010. *Jurnal Setyoko D (Metode Pemisahan Standar)*. [cited 2011 Feb. 19]. Available at: <http://industri17ditosetyoko.blog.mercubuana.ac.id>

Subagya, 2007. *Dampak Perkembangan Kawasan Industri terhadap Perkembangan Kota di sekitarnya*. [cited 2008 Sept. 20]. Available at: <http://majarimagazine.com>

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia-Press.

Supardi, 2003. *Microsoft Visual FoxPro 8.0*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

Sutansyah, 2009. *Efektifitas Sistem Pengolahan Limbah Cair di PT. Bristol-Myers Squibb Indonesia Tahun 2009*. [cited 2011 Jan. 2011]. Available at: <http://eprints.ui.ac.id/>

Wibowo, 2010. *Microsoft Visual FoxPro*. [cited 2011 Jan. 25]. Available at: <http://downloads.ziddu.com/download/files/7878978/Fox-1.pdf>

Wijaya, H. 2008. *Penggunaan tanah laterit sebagai media adsorpsi untuk menurunkan kadar COD pada pengolahan limbah cair rumah sakit Baktiningsih Klepu Yogyakarta*. [cited 2009 April 9]. Available at: <http://rac.uui.ac.id>

Wijanto, 2002. *Limbah B3 dan Kesehatan*. [cited 2009 Feb. 9]. Available at: <http://www.dinkesjatim.go.id>