

PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN BIOSISTEM TANAMAN BASAH (CONTRUCTED WETLAND) DI BANDARA NGURAH RAI

I Gusti Ngurah Bagus Parasara ^{1*)}, I Wayan Budiarsa Suyasa ¹⁾, I Made Adhika ²⁾

¹⁾ Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Udayana

²⁾ Fakultas Teknik Arsitektur Universitas Udayana

^{*)} Email : ngurahparasara@gmail.com

ABSTRACT

Research has been conducted on domestic wastewater Ngurah Rai Wet Plant Biosystems (BTB) This study aims to determine the characteristics of the waste water, the effectiveness and capacity of the BTB's decreased levels of BOD, COD and Ammonia. The experimental research method is using the media of sand and coral and plants Cattail. Data collection was performed every 6 hours for 48 hours and the pH, temperature, and analysis of BOD, COD, ammonia UPT done in the Bali Provincial Health Laboratory. Data were analyzed by descriptive statistics and regression .. The results showed that the initial wastewater characteristics exceed Standards of quality, effectiveness of the *BBT* in lowering BOD in wastewater WWTP Ngurah Rai have been effective (37.21%) of the Quality Standards (BM = 18.92 %), while the effectiveness of the process is still not less than 50% effective. As for changes in the levels of COD in a state that has not demonstrated effectiveness towards a decrease of 69.66% reduction in ammonia and BOD reduction in the highest capacity = 55.08 g . day. and ammonia = 42.24 g day. While in lowering the COD has not shown a decrease towards

Keyword: BTB; characteristics; effectiveness; capacity

1. PENDAHULUAN

Pengembangan Bandara Ngurah Rai menggunakan pendekatan yang berbasis ekologis, yaitu pembangunan yang menekankan kepada hubungan saling menguntungkan antara manusia dengan lingkungannya agar tetap berkelanjutan serta tetap mempertahankan fungsi keamanan, keselamatan dan kenyamanan bandara.. Penerapan konsep *eco-airport*, dapat meminimalkan dampak dari pencemaran lingkungan akibat operasi bandara sehingga terciptanya lingkungan yang nyaman bagi pengguna bandara dan masyarakat sekitar (Dephub,2009)

Sumber air limbah domestik Bandara Ngurah Rai berasal dari aktivitas dari *cafe* atau kantin, restoran, toko-toko, pemanfaatan toilet, dapur operasi, pelayanan penumpang, perkantoran, dan buangan dari pesawat. Instalasi Pengolahan Air Limbah Bandara Ngurah Rai terdiri dari 3 buah kolam oksidasi dan 1 buah bak maturasi, berdasarkan pengamatan di lokasi, pada kolam oksidasi menggunakan aerator sebanyak 4 buah untuk mensuplai oksigen. Hal ini memerlukan energi listrik untuk menghidupkan aerator dalam pengolahan limbah.

Karakter air limbah domestik Bandara Ngurah Rai pada umumnya banyak mengandung bahan organik. Pelaksanaan pengelolaan lingkungan di Bandara Ngurah Rai, telah dilakukan secara berkala oleh PT Angkasa Pura I (Persero) Ngurah Rai. Hasil pemantauan air limbah pada *out let* semester II

tahun 2011 dengan hasil BOD 43,80 mg/L, COD = 67 mg/L dan pada semester I tahun 2012 , terjadi peningkatan dengan hasil BOD =50,60 mg/L, COD sebesar = 78 mg/L , amonia = 2,75 mg/ (Angkasa Pura.2012). Hal ini menunjukkan bahwa air limbah domestik pada IPAL Bandara Ngurah Rai telah melebihi Baku Mutu Air (BOD = 30 mg/L, COD = 50 mg/l, dan ammonia = 1 mg/L) sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup, (Gubernur Bali,2007)

Mengingat pengolahan air limbah pada IPAL Bandara Ngurah Rai belum optimal, maka sistem pengolahan dengan biofiltrasi buatan perlu untuk dikaji dan dikembangkan.. Adapun Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui : Karakteristik air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bandara Ngurah Rai. Efektivitas Biosistem Tanaman Basah (*wetland contruction*) terhadap penurunan parameter BOD, COD dan Amonia terhadap waktu perlakuan dan Kapasitas Biosistem Tanaman Basah (*wetland contruction*).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Bandara Ngurah Rai Jalan I Gusti Ngurah Rai, Tuban, Badung. Waktu Penelitian adalah Bulan Januari – Maret 2014.

2.2. Sampling Air Limbah

Sampel air limbah diambil pada kolam oksidasi (kolam I, II dan III) masing-masing sebanyak 40 liter dan selanjutnya diangkut lalu dikomposit dalam suatu wadah dan dibiarkan selama 24 jam, selanjutnya sampel dianalisis parameter suhu, pH, BOD, COD dan amonia. Selanjutnya sebanyak 100 liter sampel di tuangkan ke dalam Bak BTB dan dilakukan proses stabilisasi selama 24 jam. Sampel air limbah yang telah distabilisasi selama 24 jam, terlebih dahulu diukur suhu dan pH dan selanjutnya dianalisa parameter BOD, COD dan amonia.

2.3. Prosedur Penelitian

Sebanyak 100 liter air limbah dimasukkan pada BTB, selanjutnya dilakukan analisis parameter suhu, pH, BOD, COD dan ammonia pada jam ke 0, kemudian pengambilan sampel dilanjutkan pada ke 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42 dan 48. Sampel diambil sebanyak 1.5 liter dan selanjutnya diperiksa di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Bali. Proses penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan jarak waktu selama 1 minggu, dengan prosedur penelitian yang sama.

2.4. Analisa Data

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

Keterangan :

- A = nilai kadar pencemar awal
- B = nilai kadar pencemar akhir

$$\text{Kapasitas (gram jam)} = \frac{(A - B)}{V Tg} \text{ ppm}$$

Keterangan :

- A = nilai kadar parameter awal (ppm)
- B = nilai kadar parameter akhir (ppm)
- V = volume BTB (m³)
- Tg = waktu tinggal (jam)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah domestik IPAL Bandara Ngurah Rai sebelum diolah dalam BTB dapat ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Awal Karakteristik Awal Air Limbah BAndara Ngurah Rai

Parameter	Satuan	Rata Rata	BAKU MUTU
Suhu	°C	28,8	Max 35*
pH	unit	7,97	6-9*
BOD	mg/L	44,13	30*
COD	mg/L	71,97	50*
Amonia	mg/L	31,73	1**

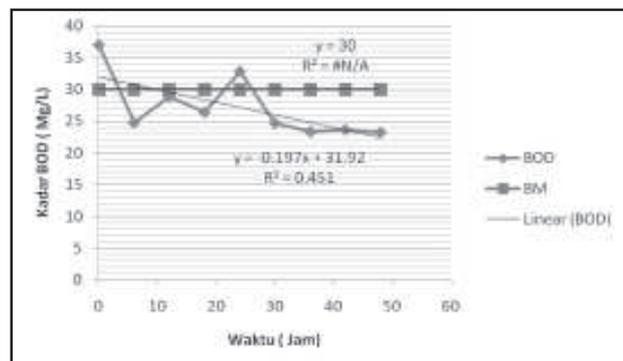
Keterangan :

- * Baku mutu limbah cair bagi kegiatan hotel Peraturan Gubernur Bali No 8 tahun 2003
- ** Baku mutu air Kelas III Peraturan Gubernur Bali No 8 tahun 2003

Pada Tabel 1 menunjukkan suhu dan pH air limbah domestik Bandara Ngurah Rai dalam kondisi yang normal masih berada dibawah Baku Mutu Tingginya bahan-bahan organik dan anorganik dalam air limbah ditunjukkan dengan tingginya nilai BOD yaitu sebesar 44,13 mg/L, COD yaitu sebesar 71,91 mg/L dan ammonia sebesar 31,73 mg/L. Nilai BOD, COD dan ammonia dari hasil analisis ini berada jauh diatas Baku Mutu Air Kelas III (Peraturan Gubernur Bali Tahun 2007).

3.2. Efektivitas Biosistem Tanaman Basah (BTB)/ wetland constuction

3.2.1. Efektivitas BTB Dalam Penurunan Kadar BOD dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Penurunan Kadar BOD pada aplikasi selama 48 jam perlakuan yang dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk hotel

Efektivitas penurunan kadar BOD selama waktu perlakuan 48 jam ditunjukkan pada Gambar 1. terlihat bahwa sistem BTB mampu menurunkan kadar BOD dibawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 30 mg/L. Penurunan kadar BOD pada saat

pengolahan kemungkinan disebabkan adanya senyawa-senyawa kompleks yang terdapat dalam air limbah telah terdegradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

Efektivitas BTB terhadap penurunan kadar BOD tertinggi terjadi pada jam ke 48 sebesar 37,21 % dan belum efektif karena masih berada dibawah 50%, sedangkan efektivitas BOD perlakuan dibandingkan dengan efektivitas Baku Mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 tahun 2007 untuk Baku Mutu Limbah Cair Hotel sudah efektif ((BM = 18,92 %).

Tingkat penurunan kadar BOD ini berlangsung agak lambat dengan persamaan $y = -0,197 + 31,92$ dimana koefisien regresi linear (R²) sebesar 0,451288. Dari nilai *slope* dapat dinyatakan bahwa laju penurunan BOD adalah sebesar 0,197 mg/L dalam 1 jam. Hal ini menunjukkan bahwa proses penyerapan bahan organik oleh tanaman *cattail* pada BTB berlangsung agak lambat, kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal yang dapat menjelaskan terjadinya penurunan bahan organik dalam BTB tersebut.

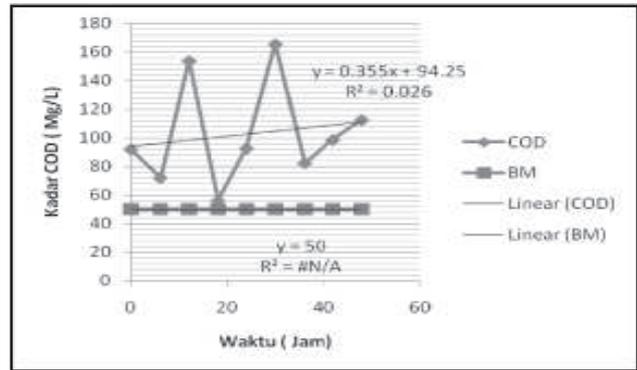
Menurut Haberl et.al (1996) dalam Muklis (2003), lambatnya penguraian bahan organik pada air limbah oleh mikroorganisme kemungkinan disebabkan oleh waktu perlakuan BTB tergolong pendek yaitu selama 48 jam sehingga sistem perakaran tanaman yang tumbuh belum menyebar keseluruhan BTB dan proses respirasi tumbuhan dalam fotosintesis belum optimal.

Menurut Fitriani (2002) perakaran yang tumbuh menyebar ke semua arah pada permukaan tanah dapat memberikan lebih banyak tempat hidup bagi bakteri. Proses respirasi tumbuhan air pada pengolahan air limbah mampu mengisap oksigen dari udara melalui daun, batang, akar sebagai alat transpor oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Kadar BOD yang tinggi disebabkan karena tingginya kandungan bahan-bahan organik yang masuk ke dalam sistem pengolahan namun kurang diimbangi dengan proses pengolahan air limbah yang memadai.

Salah satu penyebabnya adalah kerja aerator pada *aerated lagoon* (kolam aerasi) kurang maksimal sehingga menyebabkan persediaan oksigen terlarut dalam kolam tidak mencukupi bagi mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik dalam jumlah yang besar (Effendi, 2003).

3.2.2. Efektivitas Penurunan Kadar COD

Efektivitas BTB dalam penurunan kadar COD dapat dilihat pada Gambar 2.



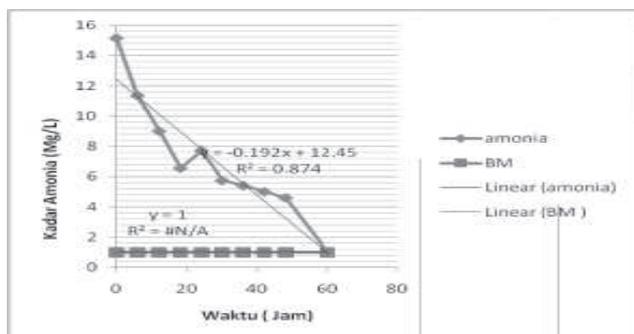
Gambar 2. Penurunan Kadar COD pada aplikasi selama 48 jam perlakuan yang dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk hotel

Efektivitas BTB dalam penurunan kadar COD berdasarkan Gambar 2 terlihat *trend* penurunan yang tidak stabil yaitu pada 6 jam waktu perlakuan terjadi penurunan dari 91,41 mg/L menjadi 71,97 mg/L (21,26 %), demikian juga pada waktu perlakuan pada jam ke 18 menjadi 55,99 mg/L (38,75%) dan pada jam ke 36 menjadi 82,28 mg/L (39 %). Penurunan COD pada saat pengolahan kemungkinan disebabkan adanya senyawa-senyawa kompleks yang terdapat dalam air limbah telah terdegradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

Kenaikan kadar COD terjadi pada waktu perlakuan pada jam ke 12 , 24 , 30, 42, dan 48 berturut –turut menjadi 153,83 mg/l , 92,60 mg/l, 165,52 mg/L, 98,52 mg/l. dan 112,48 mg/l. Tingkat efektivitas penurunan kadar COD pada proses biofiltrasi BTB selama 48 jam perlakuan menunjukkan belum efektif terhadap baku mutu. Tingkat penurunan kadar COD dengan persamaan $y = 0,07487x + 16,3079$, dimana koefisien regresi linier (R²) sebesar 0,02711. Dari nilai *slope* dapat dinyatakan bahwa hubungan antara waktu dengan penurunan COD sangat lemah dan tidak ada penurunan COD dari selang waktu 2 hari (48 jam) , sebaliknya terjadi peningkatan sebesar 0,07487 mg/L setiap jam. Hal ini kemungkinan disebabkan senyawa-senyawa yang terlibat dalam proses degradasi menghasilkan senyawa-senyawa yang lebih sederhana yang dapat mempengaruhi nilai COD.

3.2.3. Efektivitas Penurunan Kadar Amonia

Efektivitas BTB dalam penurunan kadar Amonia dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penurunan Kadar Amonia pada BTB selama 48 jam perlakuan yang dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik

Efektivitas selama perlakuan pada BTB pada Gambar 3, paling tinggi dapat menurunkan kadar amonia pada waktu 48 jam yaitu dari 15,16 mg/L mencapai 4,69 mg/L, (69,66%,) hal ini menunjukkan bahwa BTB efektif menurunkan kadar ammonia, sedangkan bila dibandingkan dengan efektivitas baku mutu belum efektif (BM= 78,2 %).

Tingkat penurunan kadar ammonia dengan persamaan $y = -0,192x + 12,46$, dimana koefisien regresi linier (R^2) sebesar 1. Dari nilai *slope* dapat dinyatakan bahwa ada hubungan antara waktu perlakuan dengan penurunan kadar ammonia yang kuat (R^2 mendekati 1) yaitu sebesar 0,192 mg/L setiap jam.

Terjadinya peningkatan ammonia pada jam ke 24 kemungkinan disebabkan oleh peningkatan nitrogen secara biologi yang dilakukan oleh bakteri nonsimbiotik dan ganggang hijau biru (Sutedjo, et al.1996).

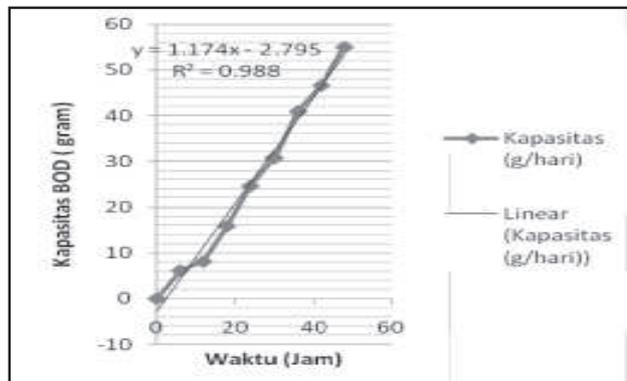
Nilai amonia pada hasil penelitian masih melebihi baku mutu, sedangkan kadar amonia yang dipersyaratkan untuk air kualitas III harus di bawah 1 mg/L. Tingginya kandungan amonia pada air limbah pada proses biofiltrasi pada BTB disebabkan karena proses aerasi yang dilakukan pada kolam oksidasi belum berjalan efektif (Effendi, 2003).

Berdasarkan analisa regresi penurunan kadar ammonia yang terlihat pada Gambar 3. menunjukkan bahwa dalam jangka waktu 60 jam diperkirakan akan terjadi penurunan kadar amonia mencapai kadar sebesar 0,9 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas BTB akan mampu menurunkan kadar ammonia dari 15.1 mg/L menjadi 0.9 mg/L dalam waktu 60 jam dan berada dibawah baku mutu (BM = 1 mg/L).

3.3. Kapasitas BTB

3.3.1. Kapasitas BTB Dalam Menurunkan Kadar BOD

Kapasitas BTB dalam penurunan kadar BOD dapat dilihat pada Gambar 4.



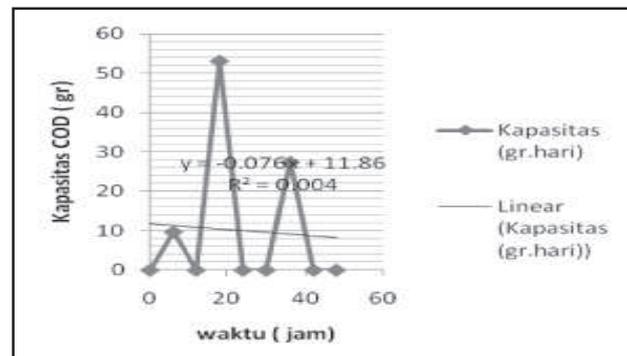
Gambar 4. Kapasitas BTB Dalam Menurunkan Kadar BOD selama 48 jam perlakuan

Peningkatan kapasitas BTB dalam menurunkan kadar BOD berdasarkan Gambar 4 , terjadi pada waktu perlakuan dari 24 jam sampai 48 jam. Jadi selama waktu tinggal air limbah 48 jam, dalam volume 1 m³ bak BTB mampu menurunkan BOD sebanyak 55,08 gram hari

Kapasitas BTB dalam menurunkan kadar BOD , berdasarkan analisa regresi menunjukkan persamaan $y = 1,174x + 2,795$ dengan $R^2 = 0,989$, hal ini menunjukkan adanya *trend* peningkatan dengan laju peningkatan katagori kuat ($R^2 = 1$). Dari nilai *slope* dapat dinyatakan bahwa ada hubungan antara waktu perlakuan dengan peningkatan kapasitas BTB dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah yaitu sebesar 1,174 gram setiap jam.

3.3.2. Kapasitas BTB Dalam Menurunkan Kadar COD

Kapasitas BTB dalam penurunan kadar COD dapat dilihat pada Gambar 5.



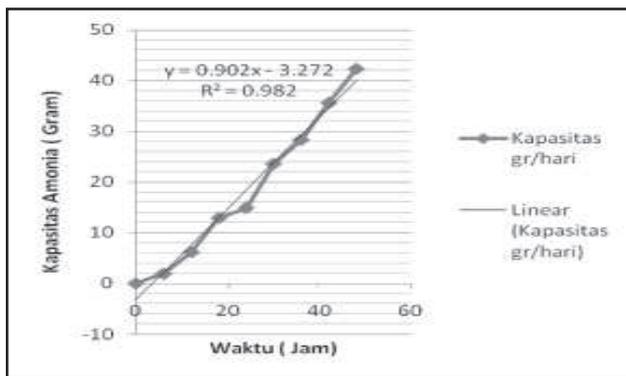
Gambar 5. Kapasitas BTB Dalam Menurunkan Kadar COD selama 48 jam perlakuan

Pada Gambar 5. menunjukkan kondisi penurunan kadar COD yang dinamis yaitu selama proses perlakuan terjadi peningkatan dan penurunan kadar COD. Hal ini kemungkinan disebabkan karena ada bahan-bahan organik yang tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme secara sempurna dan terdapatnya senyawa-senyawa lain yang menyebabkan terjadinya peningkatan dan penurunan kadar COD.

Berdasarkan analisa regresi kapasitas BTB dalam menurunkan kadar COD yang ditunjukkan pada persamaan linier $y = -0,076x + 11,86$, dengan $R^2 = 0,004$, hal ini menunjukkan tidak adanya *trend* peningkatan dengan laju peningkatan kategori lemah ($R^2 < 0,4$). Dari nilai *slope* dapat dinyatakan bahwa tidak ada hubungan antara waktu perlakuan dengan peningkatan kapasitas BTB dan sebaliknya akan terjadi penurunan kapasitas dalam penurunan kadar COD.

3.3.3. Kapasitas BTB Dalam Menurunkan Kadar Amonia

Kapasitas penurunan kadar amonia selama 48 jam pada Gambar 6.



Gambar 6. Kapasitas BTB Dalam Menurunkan Kadar Amonia selama 48 jam perlakuan

Sebagaimana terlihat pada Gambar 6, menunjukkan peningkatan kapasitas BTB dalam menurunkan kadar amonia terjadi pada waktu perlakuan dari 0 jam sampai 48 jam. Jadi selama waktu tinggal air limbah 48 jam, dalam volume 1 m³ bak BTB mampu menurunkan amonia sebanyak 42,24 gram.

Kapasitas BTB dalam menurunkan kadar amonia, berdasarkan analisa regresi menunjukkan persamaan $y = 0,9002x + 3,372$ dengan $R^2 = 0,982$, hal ini menunjukkan adanya *trend* peningkatan dengan laju peningkatan kategori kuat ($R^2 = 1$). Dari nilai *slope* dapat dinyatakan bahwa ada hubungan antara waktu perlakuan dengan peningkatan kapasitas BTB dalam menurunkan kadar amonia pada air limbah yaitu sebesar 0,900 gram setiap jam.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Karakteristik awal air limbah domestik pada kolam oksidasi IPAL Bandara Ngurah Rai masih berada diatas Baku Mutu dan belum layak di buang secara langsung ke saluran umum. Biosistem Tanaman Basah (BTB) dalam menurunkan kadar BOD selama waktu perlakuan 48 jam dengan efektivitas sebesar 37,21 % belum efektif (efektivitas proses < 50%) sedangkan terhadap efektivitas Baku Mutu efektif (BM = 18,92 %) dan menurunkan kadar amonia sebesar 69,66 % efektif terhadap proses, tetapi belum efektif terhadap efektivitas Baku Mutu (BM = 93,40 %). Efektivitas penurunan COD belum efektif baik terhadap proses maupun terhadap baku mutu.

Kapasitas BTB dengan volume 1 m³, dapat menurunkan kadar BOD sebanyak 55,08 g hari, dan kadar amonia sebanyak 42,240 g.hari, Sedangkan Kapasitas BTB dalam menurunkan kadar COD belum menunjukkan kearah penurunan.

4.2. Saran

Untuk meningkatkan efektivitas dan kapasitas BTB dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Amonia perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui faktor-faktor tertentu yang belum teridentifikasi.

Kepada PT Angkasa Pura I dalam pengolahan air limbah domestik dilakukan pengawasan internal dengan meningkatkan SDM bagi pengelola air limbah. Agar PT Angkasa Pura mengaplikasikan BTB pada kolam maturasi, dan BTB dapat diaplikasikan pada volume air limbah sebanyak 420 m³/hari pada lahan 840 m² dengan kedalaman kolam 0,5 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkasa Pura I, 2012, Laporan Pelaksanaan RKL & RPL Bandara Ngurah Rai semester II tahun 2012.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Fitriarini, L. 2002. Studi Literatur Pemanfaatan Tumbuhan Air Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik, Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya
- Gubernur Bali, 2007. Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup.
- Mukhlis, 2003 Studi Kemampuan Tumbuhan Air, Reed (*Phragmites australis*) dan Cail (*Typha angustifolia*), Dalam Sistem Constructed Wetland Untuk Menurunkan COD, dan TSS Air limbah. (Tesis). Surabaya, ITS.
- Sutedjo, M.M., Kartasapoetra, A. G., Sastroatmodjo, S. Mikrobiologi Tanah, 1996. PT. Rhineka Cipta, Jakarta