

ANALISIS EFEKTIVITAS TEKNOLOGI PROSES BIOLOGIS ANAEROB – AEROB DENGAN MENGGUNAKAN MOVING BED SYSTEM CONTACT MEDIA PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI PERKANTORAN

Casban, Ariya Purnamasari Dewi

Program Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta 10510
casban@ftumj.ac.id

Abstrak

Air limbah domestik di perkantoran merupakan sisa air pembuangan yang berasal dari kantin, pantry, toilet, urinoir dan wastafel yang apabila langsung dibuang ke saluran umum atau diresapkan ke dalam tanah akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Teknologi proses biologis anaerob-aerob dengan menggunakan moving bed system contact media merupakan sistem pengolahan air limbah secara biologis dengan memanfaatkan media sebagai tempat berkembangbiak mikroorganisme secara alamiah yang dilakukan dengan anaerobic dan aerobic melalui teknologi proses moving bed system. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas teknologi proses biologis anaerob-aerob dengan menggunakan moving bed system contact media dalam menurunkan polutan zat pencemar pada parameter pengujian yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif berdasarkan data hasil observasi, wawancara, dan pengumpulan data sekunder berupa studi dokumentasi dan studi literatur. Pengolahan data dilakukan untuk menghitung fluktuasi debit polutan dalam air limbah dalam menghasilkan jumlah effluent. Teknik yang digunakan untuk menganalisis efektivitas parameter nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak berdasarkan hasil pengujian laboratorium dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah domestik. Hasil perhitungan debit polutan dalam air limbah sangat berfluktuasi menghasilkan jumlah effluent dengan kapasitas sebesar 5.3 m³/hari dan hasil pengujian konsentrasi air limbah dapat menghilangkan senyawa organik yang cukup stabil sesuai dengan standar baku mutu air limbah domestik pada parameter pengujian yang diamati yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak dengan efektivitas sebesar 90,77 %.

Kata kunci : Proses Biologis, Anaerob-Aerob, Moving Bed System, Air Limbah Domestik.

Abstract

Domestic waste water in offices is the residual waste water that comes from canteens, pantry, toilets, urinal and sink which if directly discharged into public channels or infused into the soil will cause environmental pollution. The technology of anaerobic-aerobic biological processes using a moving bed contact system media is a biological waste water treatment system by utilizing the media as a breeding ground for naturally occurring microorganisms that are carried out anaerobically and aerobically through moving bed system process technology. The purpose of this study was to analyze the effectiveness of biological processes of anaerobic-aerobic technology by using a moving bed system contact media in reducing pollutant pollutants in the test parameters namely the values of pH, BOD, COD, TSS, Oil & fat. The study was conducted with a quantitative approach based on data from observations, interviews, and secondary data collection in the form of documentation studies and literature studies. Data processing is carried out to calculate the fluctuations in pollutant discharge in wastewater in generating the amount of effluent. The technique used to analyze the effectiveness of the

parameters of pH, BOD, COD, TSS, oil & fat values based on the results of laboratory testing compared to the standard quality standards of domestic wastewater. The results of the calculation of pollutant discharge in wastewater is very fluctuating resulting in a number of effluent with a capacity of 5.3 m³ / day and the results of testing the concentration of wastewater can remove organic compounds that are quite stable in accordance with the domestic wastewater quality standards on the observed testing parameters, pH value, BOD, COD, TSS, Oil & fat with an effectiveness of 90.77%.

Keywords : Biological Process, Anaerob-Aerob, Moving Bed System, Domestic Waste Water.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri yang semakin maju memberikan dampak positif terhadap adanya peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, namun disisi lain dapat menimbulkan masalah dengan adanya air limbah industri maupun air limbah domestik. Sumber air limbah domestik di perkantoran berasal dari pembuangan kantin, *pantry*, *toilet*, *urinoir* dan *wastafel*. Secara umum, sistem pembuangan air limbah dari *toilet* dialirkan ke tangki septik dan air luapannya diresapkan ke dalam tanah sedangkan air limbah jenis yang lain langsung dibuang ke saluran umum.

Karakteristik air limbah domestik mengandung bahan organik, deterjen, dan partikel bahan anorganik, yang dapat diketahui dengan mengukur jumlah oksigen yang dipakai oleh bakteri maupun proses kimiawi berdasarkan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Air limbah yang mengandung bahan pencemar apabila dibuang ke saluran umum atau diresapkan ke dalam tanah akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan berpengaruh terhadap kesehatan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sistem pengelolaan air limbah untuk menurunkan kadar bahan pencemar.

Teknologi proses biologis anaerob-aerob dengan menggunakan *moving bed system contact* media adalah sistem pengolahan air limbah secara biologis dengan memanfaatkan permukaan *contact media* sebagai tempat untuk tumbuh dan berkembangbiaknya mikroorganisme secara alami dan membentuk biofilm (*attached growth*) untuk mendegradasi polutan dan menetralisasi zat pencemar secara *anaerobic* dan *aerobic* dengan penggunaan ruang pengendapan melalui tahapan proses yaitu *pre treatment*, *primary treatment*, *secondary treatment* dan *tertiary treatment*.

Tahapan proses pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan teknologi proses *moving bed system contact* media berdasarkan pemanfaatan keluaran (*effluent*) dari *bioreaktor* anaerob dipindahkan ke *bioreaktor* aerob yang diisi media penyangga dan biakan tersuspensi sebagai *contact* media dengan sistem aliran udara yang berasal dari kompresor yang dilengkapi diffuser, untuk memaksimalkan penguraian zat organik dan dapat memberikan tambahan oksigen sehingga *Dissolved Oxygen* (DO) pada air limbah menjadi lebih besar.

Sistem pengolahan air limbah ini memiliki beberapa keuntungan yaitu rendahnya energi yang dibutuhkan, mudah dalam perawatan dan pengoperasian, tidak membutuhkan lahan yang luas, kemampuan terhadap perubahan besarnya volume air limbah dan mempunyai kinerja proses yang tinggi dengan beban BOD yang besar dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas teknologi proses biologis anaerob-aerob dengan menggunakan *moving bed system contact* media dalam menurunkan polutan dan menetralisasi zat pencemar ditinjau dari faktor konsentrasi dan jumlah influen dengan 5 parameter pengujian yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak sesuai standar baku mutu air limbah domestik.

KAJIAN PUSTAKA

Pengolahan air limbah secara biologis sebagai suatu proses yang melibatkan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolisme (Metcalf and Eddy, 2003). Polutan dalam air limbah akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi

senyawa yang tidak mencemari lingkungan, proses penguraian dapat berlangsung secara aerob dan anaerob atau kombinasi anaerob dan aerob (Kurniadie, D, 2011).

Proses pengolahan air limbah secara anaerob adalah suatu metabolisme tanpa menggunakan oksigen yang dilakukan oleh bakteri anaerobic (Asmadi dan Suharno, 2012). Pengolahan air limbah secara anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan BOD yang sangat tinggi (Nusa Idaman Said, 2002). Tujuan utamanya untuk mengurai kandungan bahan pencemar terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam. Proses anaerobik memiliki keuntungan antara lain derajat stabilitas yang tinggi, produk lumpur buangan biologis rendah, kebutuhan nutrisi rendah, dan dihasilkannya gas metan yang dapat digunakan sebagai sumber energi (Ekawati, D. 2006).

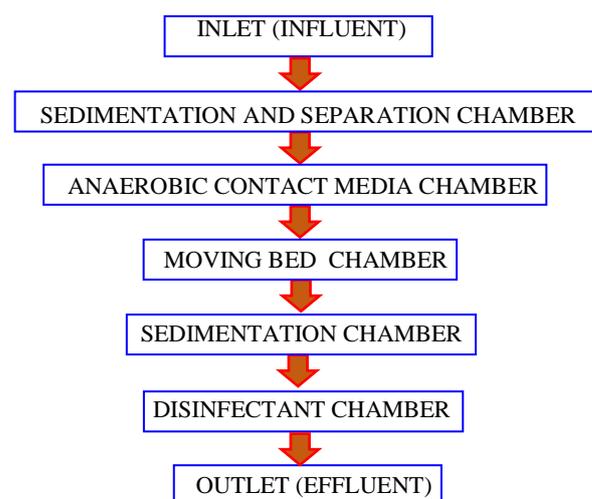
Pengolahan air limbah secara aerobik adalah penghapusan polutan organik oleh bakteri yang memerlukan oksigen untuk bekerja dengan memanfaatkan kehadiran secara buatan dari kelompok mikroba yang melekat pada media yang dipakai (Haslinah, 2013). Menurut Nababan (2008) bakteri memiliki peran penting dalam biodegradasi limbah minyak, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri berdampak pada keberhasilan proses biodegradasi. Bakteri yang berkembang dalam lingkungan yang kaya oksigen bekerja untuk mencerna air limbah, selama proses pembiakan dilakukan pemberian oksigen secara terus menerus agar proses oksidasi biologi oleh mikroba dapat berjalan dengan baik (E, Luluk dan Suprihatin, 2009).

Fungsi media penyangga adalah sebagai tempat tumbuh dan berkembangbiaknya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis atau *bio film* (Herlambang dan Marsidi, 2003). Perubahan BOD terjadi karena proses dekomposisi bahan organik (substrat) dalam air limbah berlangsung secara terus menerus baik proses aerobik maupun anaerobic dengan adanya kolam aerasi yang berperan dalam memenuhi oksigen terlarut sehingga dapat mengurangi BOD (Eko. Muhammad, dkk, 2006). Proses biofilter disebut aerasi sebab air limbah akan kontak dengan mikroorganisme yang menempel pada permukaan media

sehingga dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik (Hidayah, 2011).

Tahapan proses pengolahan air limbah dengan *moving bed system contact media* (gambar 1) dilakukan melalui :

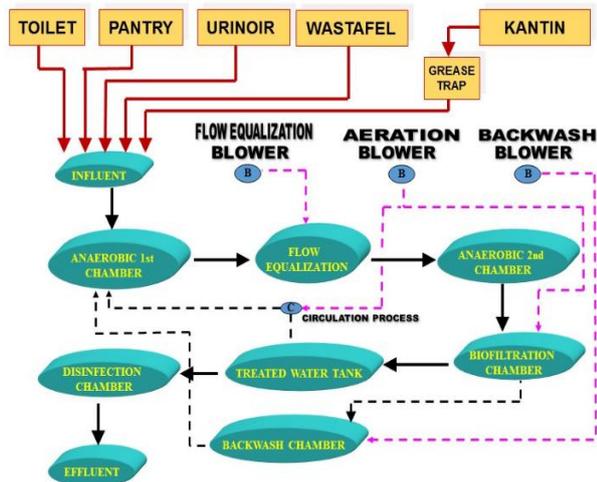
- Tahap *Pre Treatment* pada *sedimentation and separated chamber* untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak melalui proses yaitu *screen*, *equalization* dan *storage*.
- Tahap *Primary Treatment* pada *anaerobic contact media chamber* dengan proses yaitu *neutralization*, *coagulation*, *flotation*, *sedimentation*, dan *filtration*.
- Tahap *Secondary Treatment* pada *moving bed chamber* untuk menghilangkan zat-zat terlarut yang tidak dapat dihilangkan dengan proses fisik biasa, meliputi *aerobic contact media*, *stabilization basin*, dan *filter*.
- Tahap *Tertiary Treatment* pada *sedimentation chamber* dan *disinfectant chamber* untuk pengendapan akhir padatan limbah yang masih tersisa.



Gambar 1. Tahapan proses *moving bed system*

Prinsip kerja pengolahan air limbah (gambar 2), dari pembuangan *kantin*, *pantry*, *toilet*, *urinoir* dan *wastafel* sebagai *influent* dialirkan ke *anaerobic chamber* pertama sebagai pengendapan awal lalu dialirkan ke *flow equalizer* sambil dihembus dengan udara dari *flow equalize blower* untuk memisahkan jenis limbah yang berbentuk padat dan cair (*separation chamber*) masuk ke *anaerobic chamber* kedua melalui lubang (*weir*) ke *biofiltration chamber* sambil dihembus udara dari *aeration blower* kemudian masuk ke bak pengendapan akhir di *treated water tank*, padatan air limbah yang tersisa masuk ke *back*

wash chamber yang disirkulasikan ke ruang anaerobic chamber pertama dan air limpasan masuk ke disinfection chamber sebagai air olahan (effluent) yang akan dibuang ke saluran umum.



Gambar 2. Prinsip kerja pengolahan air limbah

Air limbah domestik mengandung bahan organik, deterjen, dan partikel bahan anorganik yang memiliki karakteristik dengan nilai konsentrasi polutan zat pencemar pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik air limbah domestik

Parameter	Konsentrasi (mg/l)
BOD	100-300
COD	250-800
Suspended Solids	100-350
Total Nitrogen (N)	20-85
Ammonia (NH ₃ N)	10-30
Organic Phosphorus	1-2
Inorganic Phosphorus	3-10
Oils, fats and grase	50-100
Total inorganic constituents	100
Heavy metal (Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Ag, Zn)	< 1 mg/l each

(Sumber : WWT Manuals, 1997).

Hasil pengolahan air limbah domestik yang akan dibuang ke tanah atau dialirkan ke saluran umum harus memenuhi baku mutu limbah cair sebagai ukuran batas atau kadar unsur pencemaran atau jumlah unsur. Pengujian parameter baku mutu air limbah domestik, meliputi :

- pH merupakan derajat keasaman, pH netral 6 - 9, untuk air limbah dengan ph tidak netral akan menyulitkan proses biologis.
- BOD (Biochemical oxygen demand) : banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/liter

yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakeri, sehingga air limbah tersebut menjadi jernih kembali

- COD (Chemical oxygen demand) : banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/liter yang dibutuhkan untuk menguraikan benda organik secara kimiawi.
- TSS (Total suspended solid) : jumlah berat lumpur dalam mg/liter pada air limbah.

METODOLOGI

Lokasi penelitian ini terletak pada instalasi unit pengolahan air limbah domestik sebuah perusahaan di daerah kawasan industri Pulogadung. Penelitian dilakukan selama 13 bulan yaitu dari April 2017– April 2018.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau status fenomena yang berhubungan dengan efektivitas teknologi proses biologis anaerob – aerob, dengan menggunakan moving bed system contact media, dengan pengkajian hubungan antara berbagai variabel untuk memberikan gambaran yang jelas tentang masalah yang akan diteliti. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif untuk mengungkap objek penelitian sebagai fakta atau variabel yang tetap dan dapat diangkakan (dikuantifikasikan).

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : (1) Observasi, yaitu melakukan pengamatan secara langsung mengenai kondisi fisik lokasi penelitian untuk mendapatkan gambaran penelitian secara riil yang ada di lapangan. (2) Wawancara, yaitu pengumpulan informasi untuk mendapatkan data yang mendalam mengenai permasalahan yang menjadi objek penelitian dengan cara tanya jawab secara langsung. (3) Studi dokumentasi dengan mempelajari dokumen inspeksi flow rate, laporan pengujian sample dari laboratorium untuk mengetahui karakteristik fisika - kimia dari air limbah. (4) Kajian literatur, untuk mempelajari berbagai sumber referensi yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian.

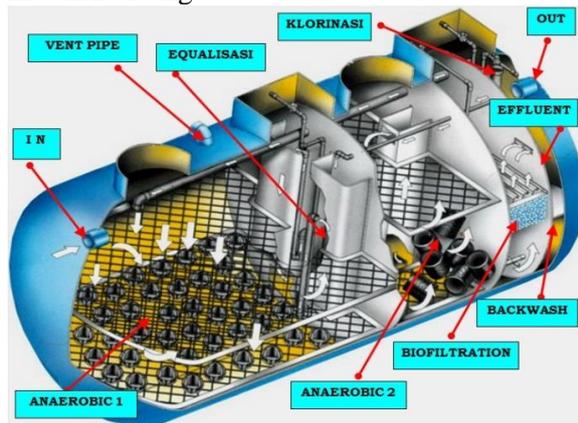
Sistem pengolahan air limbah domestik dalam penelitian ini menggunakan tangki moving bed system type BJ 20 yang terdiri dari beberapa ruang pengendapan dengan spesifikasi design flow sebesar 20m³/day, influent BOD sebesar 300 mg/ltr dan effluent sebesar 20

mg/ltr. Kapasitas efektif dari ruang pengolahan air limbah adalah :

- *Sedimentation & separation chamber* = 5.83 m³
- *Anaerobic contact media chamber* = 5.91 m³
- *Moving bed chamber* = 3.33 m³
- *Sedimentation chamber* = 3.49 m³
- *Disinfectant chamber* = 0.43 m³

Flow chart pengolahan air limbah domestik (gambar 3) pembuangan dari *kantin, pantry, toilet, urinoir* dan *wastafel* sebagai *influent* dialirkan ke tangki melalui lubang pada jalur *inlet* yang dihubungkan ke ruang pengendapan awal, selanjutnya air limpasan dari bak ruang pengendapan awal dialirkan menuju ke ruang anaerob yang sudah dilengkapi *screen* dan *grit removal*, arah aliran pada ruang anaerob pertama dari atas ke bawah, sedangkan pada ruang anaerob ke dua dengan arah aliran dari bawah ke atas, selanjutnya air limpasan dari ruang anaerob kedua mengalir menuju ke ruang *equalizer* melalui lubang *weir*.

Air limpasan dari ruang *equalizer* melalui *weir* masuk ke ruang aerob dengan *contact media* sambil dihembus udara dari *aeration blower*. Pada ruang aerob pertama dengan arah aliran dari atas ke bawah, sedangkan pada ruang aerob ke dua dengan arah aliran dari bawah ke atas, selanjutnya air limpasan dari ruang aerob ke dua mengalir melalui *weir* ke ruang *biofiltration* yang dilengkapi filter untuk penyaringan air limbah mengalir melalui *weir* dengan arah aliran dari atas ke bawah masuk ke ruang *back wash*.



Gambar 3. *Flow chart* pengolahan air limbah

Proses pengembangbiakan mikroorganisme (*seeding*) dilakukan secara alami yaitu dengan cara mengalirkan air limbah yang akan diolah ke dalam tangki pengolahan air limbah yang telah terisi media sampai terbentuknya lapisan *biofilm* pada media *biofilter*-nya, proses

pembiakan dilakukan selama 1 bulan. Tujuan *seeding* untuk membenihkan mikroorganisme dengan cara memasukkan kedalam air limbah yang akan dilakukan pengolahan supaya media mampu melakukan oksidasi pada zat pencemar organik pada air limbah dan dapat mengembangbiakan mikroorganisme beradaptasi dengan lingkungan.

Pengambilan sampel *effluent* air limbah domestik dilakukan pada jalur *output* tangki dari ruang klorinasi yang sudah dilengkapi dengan *flowmeter* sebagai alat ukur yang berfungsi untuk pengukuran debit *effluent* yang keluar dari ruang klorinasi. Pencatatan data debit *effluent* dilakukan secara rutin setiap hari oleh petugas bagian perawatan gedung yang dicatat pada buku inspeksi harian, sedangkan untuk pengujian laboratorium dilakukan setiap akhir bulan. Pengukuran parameter air limbah yang dilakukan meliputi nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak.

Dalam aplikasinya sistem pengolahan air limbah domestik dipengaruhi oleh debit dan konsentrasi polutan yang sangat berfluktuasi. Untuk mengetahui besarnya beban organik harian dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Beban Organic} = \frac{\text{flow harian} \times \text{BOD}}{1000} \quad (1)$$

keterangan :

- Beban Organic = kg/hari
- Flow harian = M³/hari
- BOD = mg/l

Untuk menghitung efektivitas parameter nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak berdasarkan standar baku mutu air limbah domestik dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Efektivitas parameter} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \quad (2)$$

(%)

keterangan :

- a = Jumlah data parameter uji
 - b = Parameter effluen yang diatas baku mutu
- sedangkan untuk menghitung efektivitas dari keseluruhan parameter yang diamati, dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Efektivitas (\%)} : \frac{\text{Efektivitas parameter}}{\text{Jumlah parameter}} \quad (3)$$

HASIL DAN ANALISIS

Data debit *effluent* air limbah diambil dari pencatatan angka pada alat ukur *flowmeter* yang terpasang pada jalur *output* tangki yang

dilakukan secara rutin setiap hari oleh petugas bagian perawatan gedung pada tabel. 2.

Tabel 2. Data debit *effluent*

No	Bulan	Debit <i>Effluent</i> rata-rata (M ³)
1	April 2017	5,381
2	Mei 2017	5,387
3	Juni 2017	5,311
4	Juli 2017	5,400
5	Agustus 2017	5,203
6	September 2017	5,305
7	Oktober 2017	5,308
8	Nopember 2017	5,211
9	Desember 2017	5,313
10	Januari 2018	5,215
11	Februari 2018	5,318
12	Maret 2018	5,320
13	April 2018	5,233
	Rata-rata	5,300

(Sumber : Data Arsip Dept. Perawatan Gedung)

Berdasarkan data pada tabel 1, jika dihitung nilai BOD rata-rata sebesar 200 mg/l, dan debit *effluent* rata-rata (data tabel 2) sebesar 5,3 M³, maka untuk mengetahui besarnya beban organik harian dapat dihitung dengan rumus (1) :

$$\text{Beban Organic} = \frac{5,3 \text{ M}^3 \times 200 \text{ mg/l}}{1000} = 1,06 \text{ kg/hari}$$

1000

Jadi konsentrasi polutan dengan beban organik sebesar 1,06 kg/hari akan di proses melalui teknologi proses biologis *anaerob – aerob* pada pengolahan air limbah untuk mendegradasi polutan dan menetralisasi zat pencemar dengan beban sehingga parameter air limbah dapat memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peraturan yang berlaku, pada tabel 3.

Tabel 3. Standar baku Mutu Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum	Metoda
pH	-	6 - 9	SNI 06-6989.11-2014
BOD	mg/liter	30	SNI 6989.72:2009
COD	mg/liter	100	SNI 6989.73:2009
TSS	mg/liter	30	Spektrophotometer
Minyak & Lemak	mg/liter	5	Spektrophotometer

(Sumber : Permen LHK, No. 68/Menlhk/2016)

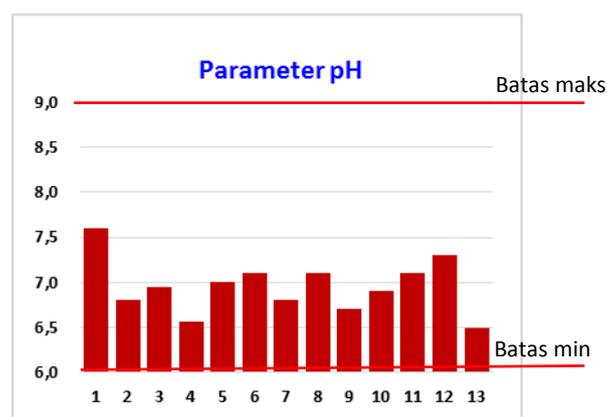
Dari hasil uji penguji laboratorium yang dilakukan setiap akhir bulan dengan pengukuran parameter air limbah yang dilakukan meliputi nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak dapat diliaht pada tabel. 4.

Tabel 4. Data Hasil Uji Parameter Air Limbah

No	Bulan	PARAMETER				
		Ph (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak (mg/L)
1	Apr 17	7.6	10.0	55.3	31.0	< 1.13
2	Mei 17	6.8	9.0	27.9	5.0	< 1.46
3	Jun 17	7.0	18.0	57.8	16.9	< 1.46
4	Jul 17	6.6	21.0	67.4	6.8	< 1.46
5	Ags 17	7.0	42.0	136.2	4.5	< 0.784
6	Sep 17	7.1	9.0	68.4	22.0	< 0.785
7	Okt 17	6.8	42.0	135.6	7.9	6.6
8	Nop 17	7.1	5.0	10.7	4.7	< 0.784
9	Des 17	6.7	10.0	30.4	6.7	< 0.784
10	Jan 18	6.9	27.0	91.2	7.2	< 0.784
11	Feb 18	7.1	14.0	47.6	3.5	< 0.784
12	Mar 18	7.3	11.6	30.9	7.0	< 0.54
13	Apr 18	6.5	13.0	45.1	5.5	< 0.784

(Sumber : Data Arsip Dept. Perawatan Gedung)

Berdasarkan data penguji laboratorium terhadap *effluent*, maka hasil uji parameter nilai pH dapat dilihat pada grafik 1.

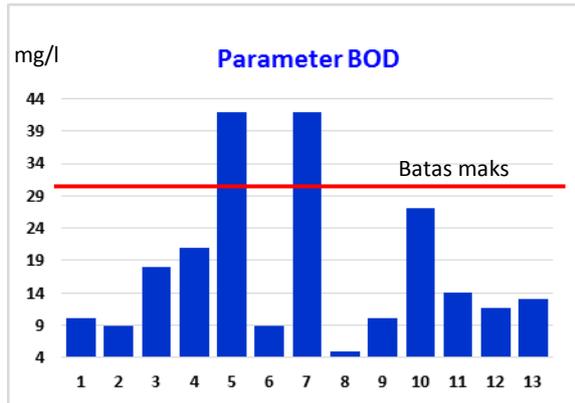


Grafik 1. Hasil Uji Parameter pH

Dengan mengacu pada data hasil uji parameter pH, didapatkan semua data hasil uji dibawah batas maksimum standar baku mutu, untuk menghitung efektivitas dengan rumus (2) :

$$\text{Efektivitas pH} = \frac{(13 - 0)}{13} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan data penguji laboratorium terhadap *effluent*, maka hasil uji parameter nilai BOD dapat dilihat pada grafik 2.

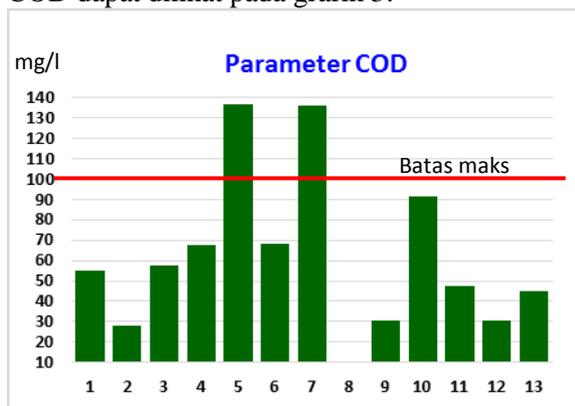


Grafik 2. Hasil Uji Parameter BOD

Dengan mengacu pada data hasil uji parameter BOD, didapatkan ada 2 data hasil uji diatas batas maksimum standar baku mutu, untuk menghitung efektivitas dengan rumus (2) :

$$\text{Efektivitas BOD} = \frac{(13 - 2)}{13} \times 100\% = 84,61\%$$

Berdasarkan data pengujian laboratorium terhadap *effluent*, maka hasil uji parameter nilai COD dapat dilihat pada grafik 3.

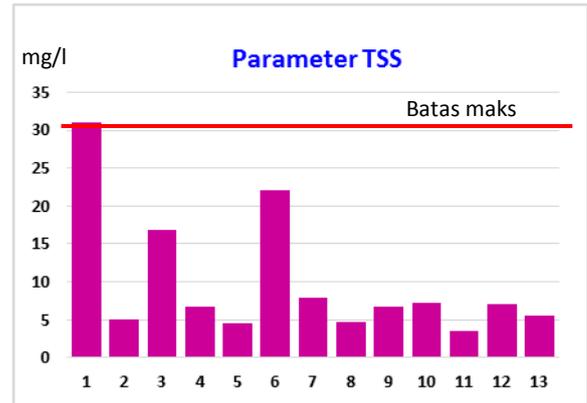


Grafik 3. Hasil Uji Parameter COD

Dengan mengacu pada data hasil uji parameter COD, didapatkan ada 2 data hasil uji diatas batas maksimum standar baku mutu, untuk menghitung efektivitas dengan rumus (2) :

$$\text{Efektivitas COD} = \frac{(13 - 2)}{13} \times 100\% = 84,61\%$$

Berdasarkan data pengujian laboratorium terhadap *effluent*, maka hasil uji parameter nilai TSS dapat dilihat pada grafik 4.



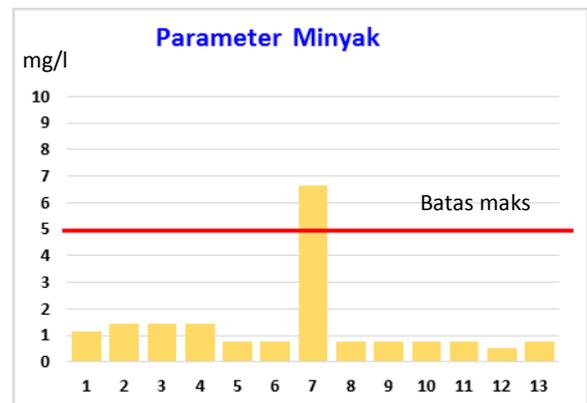
Grafik 4. Hasil Uji Parameter TSS

Dengan mengacu pada data hasil uji parameter TSS, didapatkan ada 1 data hasil uji diatas batas maksimum standar baku mutu, untuk menghitung efektivitas dengan rumus (2) :

$$\text{Efektivitas TSS} = \frac{(13 - 1)}{13} \times 100\% = 92,31\%$$

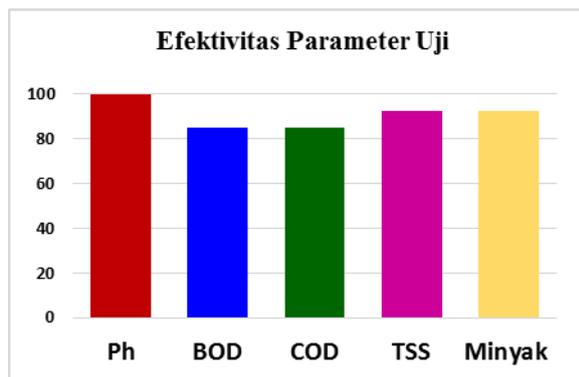
Berdasarkan data pengujian laboratorium terhadap *effluent*, maka hasil uji parameter nilai minyak & lemak pada grafik 5, didapatkan ada 1 data hasil uji diatas batas maksimum standar baku mutu, untuk menghitung efektivitas dengan rumus (2) :

$$\text{Efektivitas Minyak} = \frac{(13 - 1)}{13} \times 100\% = 92,31\%$$



Grafik 5. Hasil Uji Parameter Minyak & Lemak

Besarnya efektivitas dari parameter uji yang diamati yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak, dapat dilihat pada grafik 6.



Grafik 6. Hasil Uji 5 Parameter Uji

Untuk menghitung efektivitas dari seluruh parameter yang diamati yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak, dapat dihitung dengan rumus (3) :

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{100+84,61+84,61+92,3+92,31}{5}$$

$$\text{Efektivitas (\%)} = 90,77 \%$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan bahwa teknologi proses biologis anaerob-aerob dengan menggunakan *moving bed system contact* media sudah berhasil menurunkan polutan dan menetralisasi zat, sesuai standar baku mutu air limbah, sedangkan hasil uji yang masih diatas batas baku mutu didapatkan pada parameter BOD dan COD masing-masing ada 2 data, parameter TSS dan minyak & lemak masing-masing ada 1 data, dengan demikian maka efektivitas dari seluruh parameter yang diamati yaitu nilai pH, BOD, COD, TSS, Minyak & lemak, dapat dihitung sebesar 90,77 %.

KESIMPULAN.

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengolahan data didapatkan debit polutan dalam air limbah sangat berfluktuasi menghasilkan jumlah effluent dengan kapasitas rata-rata sebesar 5.3 m³/hari dan hasil pengujian konsentrasi air limbah dapat menghilangkan senyawa organik yang cukup stabil sesuai dengan standar baku mutu air limbah domestik dengan efektivitas parameter pH sebesar 100%, BOD sebesar 84,61 %, COD sebesar 84,61 %, TSS sebesar 92,3 %, minyak & lemak sebesar 92,31 %. Dengan demikian efektivitas teknologi proses biologis anaerob-aerob dengan menggunakan *moving bed system contact* media dari seluruh parameter yang diamati yaitu nilai pH, BOD,

COD, TSS, Minyak & lemak, dapat dihitung efektivitasnya sebesar 90,77 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi dan Suharno, (2012). Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Bowo Djoko Marsono, M Eng, 1995, Teknik Pengolahan Limbah secara Biologis, Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Edahwati, L dan Suprihatin. 2009. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi pada Pengolahan Limbah Industri Perikanan. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan; Vol.1 No.2
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta.
- Ekawati, D. (2006). Analisis Kinerja Sistem Instalasi Pengelolaan Lumpur Tinja Kota Magelang. Jurnal Presipitasi, Vol.1,No.1.Semarang.
- Eko Muhammad W.R, Wiryanto, Sajidan, 2006, Pengolahan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *Pseudomonas putida*, Bioteknologi 3 (2): 42-49, ISSN: 0216-6887, DOI: 10.13057/biotek/c030202
- Eryanto Bahar , Abu Bakar Tawali , Musrizal Muin, 2013 : spesifikasi dan efektivitas peralatan pengolahan limbah cair domestik studi kasus rusunawa blok d universitas hasanuddin.Jurnal Sains & Teknologi, Teknologi Lingkungan Pengelolaan Lingkungan Hidup Universitas Hasanuddin, Vol.13 No.2 : 156 – 163, ISSN 1411-4674.
- Haslinah, (2013). Pengelolaan Terpadu Air Limbah Rumah Tangga Pada Tingkat RT Di Kota Makassar. Jurnal ILTEK, Vol 8, No.15. Makassar.
- Herlambang, A dan R. Marsidi. 2003. Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air
- Hidayah, E.N. dan Aditya,W. (2011). Potensi Dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Vol.2, No.2. Jawa Timur.

- Kurniadie, D. (2011). Teknologi Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis. Widya Padjadjaran, Bandung.
- Limbah yang Mengandung Nitrat. Jurnal Teknologi Lingkungan; Vol 4 (1): 46-55.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.
- Nusa Idaman Said, 2002, Teknologi Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Biologis, Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri, h 79- 147, BPPT – BAPEDALDA Samarinda.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 68 Tahun 2016, tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Sri Moertinah, 2010. kajian proses anaerobik sebagai alternatif teknologi pengolahan air limbah industri organik tinggi, Jurnal riset, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang. Vol.1 no.2, HAL. 104 -114
- Waste Water Treatment Manuals : primary, secondary and tertiary treatment*, Published by the Environmental Protection Agency, Ireland. ISBN 1 899965 46 7 : © Environmental Protection Agency 1997.