

Pengaruh Penambahan Laju Udara dan Lumpur Aktif Dalam Meremoval Kandungan COD pada Pengolahan Limbah Cair Domestik PLTU PAITON

Della Mahdalina^{1*}, Denny Dermawan², dan Ahmad Erlan Afiuddin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya 60111

*E-mail: dellamahdalina@gmail.com

Abstrak

Perusahaan pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara menghasilkan air limbah, salah satunya adalah limbah cair domestik yang berasal dari kegiatan kamar mandi dan kantin atau kegiatan dapur. Limbah cair domestik yang dihasilkan, diproses pada *Sanitary Wastewater Treatment Plant* (SWTP). Proses pengolahan limbah domestik dilakukan secara aerob dengan penambahan oksigen (O₂) menggunakan *air blower* dan terdapat mikroorganisme (bakteri aerobik) selama proses aerasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari penambahan laju udara dan lumpur aktif yang ditambahkan dalam meremoval kandungan COD yang ada di dalam air limbah. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasi penambahan laju udara, lumpur aktif dan waktu aerasi kedalam reaktor aerasi pada skala laboratorium, variasi penambahan sebagai berikut: penambahan laju udara: 366 cc/menit, 180 cc/menit, dan 90 cc/menit, penambahan lumpur aktif: 25%, 35%, 50%, dan waktu aerasi selama: 4, 6, dan 8 jam. Konsentrasi COD awal pada air limbah yang masuk adalah sebesar 331 ppm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan penurunan konsentrasi COD yang tertinggi adalah pada penambahan laju udara 90 cc/menit dengan penambahan lumpur aktif 50% dan pada waktu aerasi selama 8 jam yaitu dengan konsentrasi COD sebesar 69 ppm. Prosentase (%) removal COD pada penambahan laju udara 90 cc/menit mencapai 79%.

Kata kunci: COD, penambahan laju udara, penambahan lumpur aktif, prosentase (%) removal, waktu aerasi.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah perusahaan pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara. Selama proses produksi berlangsung perusahaan pembangkit listrik, menghasilkan limbah, limbah yang dihasilkan ada beberapa macam jenis limbah, contohnya: limbah gas, limbah padat dan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan meliputi: limbah cair domestik dan limbah cair non-domestik. Limbah cair non-domestik yaitu air sisa buangan yang berasal dari proses produksi yang ada di dalam unit. Limbah cair domestik adalah air sisa buangan yang berasal dari kegiatan kamar mandi dan kantin atau kegiatan dapur.

Limbah cair domestik yang dihasilkan diproses pada *Sanitary Wastewater Treatment Plant* (SWTP). Proses pengolahan limbah domestik pada SWTP dilakukan secara aerob dengan penambahan oksigen (O₂) menggunakan *air blower* pada proses aerasi. Pada proses aerasi terdapat mikroorganisme (bakteri aerobik) yang berfungsi sebagai pengurai polutan-polutan organik terutama kandungan COD yang terkandung di dalam air limbah. *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan – bahan organik secara kimiawi yang terdapat di dalam air limbah dengan sempurna (Januar, 2010). Kandungan COD di dalam air limbah yang telah dilakukan perlakuan harus memenuhi baku mutu air limbah yang sudah ditentukan yaitu, baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah domestik, dengan kandungan COD maksimal sebesar 100 ppm.

2. METODOLOGI

Pada bab ini berisi tentang tahapan – tahapan penelitian yang berurutan dan saling terkait antara satu dengan yang lainnya.

2.1 Alat dan Bahan Simulasi

Alat:

Pada penelitian ini peneliti menggunakan 9 reaktor kaca dengan ukuran 25cm x 30cm x 20cm.

Bahan:

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan air limbah buatan, hasil pencampuran antara gula yang dilarutkan ke dalam air. Perbandingan berat gula dan jumlah air yang digunakan adalah 0,24gram gula yang dilarutkan kedalam 1liter air air. Sehingga konsentrasi COD awal yang masuk ke dalam air limbah adalah 331 ppm.

Penambahan laju udara, penambahan lumpur aktif dan waktu aerasi (selama 4, 6, dan 8 jam) pada 9 reaktor dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penambahan Laju Udara, Penambahan Lumpur Aktif, dan Waktu Aerasi Pada 9 Reaktor

Penambahan Laju Udara = 366 cc/menit; 180 cc/menit; 90 cc/menit.			
Penambahan Lumpur Aktif	Waktu Aerasi		
	4 jam	6 jam	8 jam
25% (2 liter lumpur aktif + 6 liter air limbah)	Reaktor 25% A	Reaktor 25% B	Reaktor 25% C
35% (2,8 liter lumpur aktif + 5,2 liter air limbah)	Reaktor 35% A	Reaktor 35% B	Reaktor 35% C
50% (4 liter lumpur aktif + 4 liter air limbah)	Reaktor 50% A	Reaktor 50% B	Reaktor 50% C

Sumber: Penambahan Laju Udara, Penambahan Lumpur Aktif, dan Waktu Aerasi, 2018.

2.2 Alat dan Bahan Analisis COD

Metode yang digunakan dalam analisis COD adalah menggunakan Metode Pemanasan dengan COD reactor (Prosedures Manual Analysis COD, HACH DR/3900, 2013).

A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam analisis COD adalah :

1. Air limbah
2. Reagen COD
3. Demineralize Water (Aquades)

B. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam analisis COD adalah:

1. COD reactor
2. Spektrofotometer
3. Beaker glass
4. Stopwatch
5. Pipet volum

C. Prosedur analisis

Prosedur analisis yang digunakan dalam analisis COD adalah:

1. Larutan sampel harus diendapkan terlebih dahulu
2. Panaskan terlebih dahulu COD reactor sampai 150°C
3. Tambahkan masing-masing 2 ml (sample, demin) ke dalam reagent tube.
4. Bilas tube dan bersihkan dengan tissue.
5. Kocok dan setting timer pada reactor 2 jam.
6. Matikan reactor dan diamkan tube selama 20 menit.
7. Kocok lagi dan dinginkan sampai suhu kamar.
8. Zeroing dan ukur sample pada spektrofotometer dengan panjang gelombang (620 nm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan prosentase (%) removal COD pada masing – masing reaktor dapat dilihat pada Tabel 3.1.

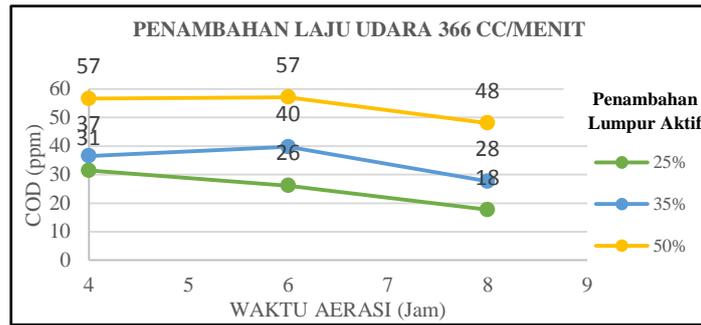
Tabel 3.5 Hasil Analisis Pengaruh Penambahan Laju Udara dan Penambahan Lumpur Aktif dalam Meremoval COD

Penambahan Laju Udara	Penambahan Lumpur Aktif	Waktu Aerasi (Jam)	COD (ppm)		Prosentase Removal COD (%)
			Sebelum	Sesudah	
336 cc/menit	25%	4	331	227	31 %
		6	331	245	26%
		8	331	273	18%
	35%	4	331	210	37%
		6	331	200	40%
		8	331	240	28%
	50%	4	331	144	57%
		6	331	142	57%
		8	331	172	48%
180 cc/menit	25%	4	331	235	29%
		6	331	272	18%
		8	331	231	30%
	35%	4	331	244	26%
		6	331	199	40%
		8	331	170	49%
	50%	4	331	134	60%
		6	331	128	61%
		8	331	104	69%
90 cc/menit	25%	4	331	252	24%
		6	331	221	33%
		8	331	200	40%
	35%	4	331	200	40%
		6	331	190	43%
		8	331	146	56%
	50%	4	331	133	60%
		6	331	122	63%
		8	331	69	79%

Sumber: Hasil Analisis Kandungan COD, 2018

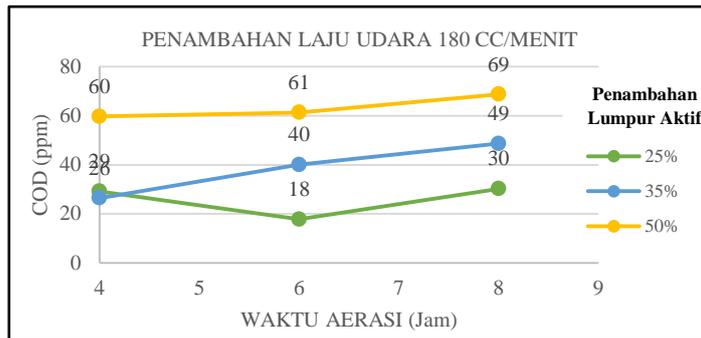
Berdasarkan Tabel 3.1 menunjukkan bahwa penambahan laju udara dan penambahan lumpur aktif dengan aerasi dalam air limbah dapat mempengaruhi penurunan kandungan COD di dalam sampel. Hal tersebut dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme dalam meremoval kandungan organik, sehingga laju sintesisnya dalam sampel air limbah meningkat (Sudaryati, dkk, 2008). Penambahan laju udara (aerasi) yang cukup pada air limbah, dapat memacu aktivitas mikroorganisme untuk merombak atau mereduksi bahan organik pada pengolahan air limbah (Sudaryati, dkk, 2008).

Grafik konsentrasi COD yang telah dilakukan perlakuan dengan penambahan laju udara (366 cc/menit, 180 cc/menit, dan 90 cc/menit), penambahan lumpur aktif (25%, 35%, dan 50%), dan dilakukan aerasi selama 4, 6, dan 8 jam:



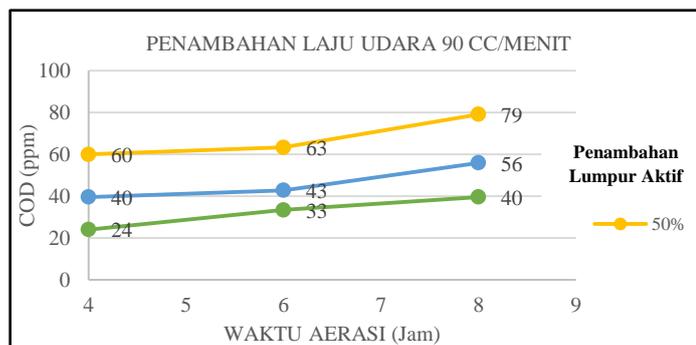
Gambar 3.1 Grafik Prosentase (%) Removal COD Penambahan Laju Udara 366 cc/menit

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa, grafik prosentase (%) removal COD penambahan laju udara 366 cc/menit mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena pada penambahan laju udara 366 cc/menit mengalami *pin point – flocculation* yang disebabkan karena udara yang diinjeksikan ke dalam air limbah terlalu besar, menyebabkan flocculation terpecah (EPA, 1997). Ukuran flocculation yang lebih besar mempunyai kecepatan pengendapan yang lebih besar, sedangkan flocculation yang lebih kecil mengendap lebih lambat (EPA, 1997). Flocculation yang terpecah tersebut mengakibatkan menurunnya nilai SV_{30} dan juga mengakibatkan menurunnya kadar MLSS pada air limbah. Menurunnya kadar MLSS mengindikasikan bahwa jumlah mikroorganisme di dalam air limbah juga menurun, sehingga kemampuan mikroorganisme untuk meremovail kandungan COD juga menurun, maka dari itu prosentase removal kandungan COD pada penambahan laju udara 366 cc/menit mengalami penurunan.



Gambar 3.2 Grafik Prosentase (%) Removal COD Penambahan Laju Udara 180 cc/menit

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa, grafik prosentase (%) removal COD pada penambahan laju udara 180 cc/menit, mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan grafik penambahan laju udara 366 cc/menit. Hal tersebut dikarenakan penambahan laju udaranya yang tidak terlalu besar dan tidak terjadi *pin point – flocculation*, sehingga mikroorganisme yang didalam reaktor dapat meremovail kandungan COD dengan baik. Pada penambahan laju udara 180 cc/menit penurunan konsentrasi COD belum terlalu signifikan, karena konsentrasi COD masih diatas baku mutu yang sudah ditentukan, yaitu baku mutu PerMenLH Nomor. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah domestik, dengan kandungan COD maksimal sebesar 100ppm.



Gambar 3.3 Grafik Prosentase (%) Removal COD Penambahan Laju Udara 90 cc/menit

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa, grafik prosentase (%) removal COD pada penambahan laju udara 90 cc/menit, mengalami kenaikan. Hal tersebut dikarenakan, didalam reaktor tidak terjadi *pin-point floc* dan mikroorganisme mendapatkan suplai oksigen yang cukup sehingga dapat meroyal kandungan COD dengan baik. Jika di dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah domestik, dengan kandungan COD maksimal sebesar 100ppm, pada penambahan laju udara 90 cc/menit dengan penambahan lumpur 50% pada aerasi 8 jam yang paling optimum dalam meremoval kandungan COD dan telah memenuhi baku mutu, yaitu sebesar 69 ppm.

Berdasarkan hasil percobaan dapat diketahui bahwa waktu aerasi 8 jam adalah waktu yang optimum dalam meremoval kandungan COD jika dibandingkan dengan waktu aerasi 4 (empat) dan 6 (enam) jam. Hal tersebut di karenakan waktu dari mikroorganisme untuk memakan atau menguraikan bahan organik (COD) akan semakin lama, sehingga COD yang terurai juga semakin banyak namun apabila semakin sedikit waktu aerasinya maka kandungan COD yang terurai tidak terlalu besar (Sudaryati, dkk. 2018). Penambahan lumpur aktif 25% - 50% merupakan kriteria desain dari *Sanitary Wastewater Treatment Plant* (SWTP) (EMCO *Manual Sanitary*, 1996). Penambahan lumpur dengan prosentase 25% - 50% merupakan kondisi optimal dari suatu proses pengolahan limbah domestik yang ada di SWTP.

Penurunan nilai COD dengan perlakuan (dengan penambahan lumpur aktif) memberikan hasil yang lebih baik dari pada tanpa perlakuan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme untuk merombak atau meremoval, sehingga laju sintesisnya terhadap bahan organik dalam sampel lebih tinggi (Sudaryati, dkk,2008). Selain itu, penambahan laju udara (aerasi) yang cukup pada air limbah, dapat memacu aktivitas mikroorganisme untuk merombak atau mereduksi bahan organik pada pengolahan air limbah (Sudaryati, dkk,2008).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Penurunan konsentrasi COD yang tertinggi terjadi pada penambahan laju udara 90 cc/menit dengan penambahan lumpur aktif 50% pada waktu aerasi selama 8 jam, yaitu dengan konsentarsi COD sebesar 69 ppm dan dengan prosentase (%) removal COD sebesar 79%.
2. Penambahan laju udara 90 cc/menit pada penambahan lumpur aktif 50% dengan 8 jam aerasi hasil analisa kadar COD sebesar 69 ppm, telah memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah domestik, dengan kandungan COD maksimal sebesar 100 ppm.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

PT. *Paiton Operation And Maintenance Indonesia* (POMI) khususnya pada *Chemist Laboratorium* pada *Department Production* dan Bapak Ir. Erwan Yulianto selaku pembimbing penulis selama melakukan penelitian di PT. POMI, yang telah mengizinkan dalam pengambilan sampel dan telah memfasilitasi dalam pengujian sampel pada penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adonadaga, M-G. 2015. *Effect of Dissolved Oxygen Concentration on Morphology and Settleability of Activated Sludge Flocs*. Vol.3, NO.2, pp. 31-37. University of Technology. Ghana.Germany.
- EMCO Engineering. 1996. *Sanitary Wastewater Treatment*. Toyo Engineering Corp, Houston. TX. U.S.A.
- Environmental Protection Agency (EPA)*. 1997. *Waste Water Treatment Manuals Primary. Secondary and Tertiary Treatment*. Ardcan Wexford Ireland.
- Martinez, dkk. 2016. *Domestic Wastewater Depuration Using a Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland and Theoretical Surface Optimization: A Case Study under Dry Mediterranean Climate*. University of Murcia. Spain.
- Metcalf & Eddy. 2014. *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery*. Mc. Graw Hill.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu limbah domestik.
- Qipra. 2016. *Buku Panduan Pelatihan Operator Profesional Muda IPAL*. Modul 7-4.

Snyder, Governor, dan Wyant. n.d. *Activated Sludge Proses Control*. DEQ Training Manual For Wastewater Treatment Plant Operators. Department Of Environmental Quality. State of Michigan.

Sudaryati, Kasa, dan Suyasa. 2008. *Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. ISSN : 1907-5626pp. 21-29 Universitas Udayana. Bali.

Sulihingtyas, Suyasa, dan Wahyuni. 2010. *Efektivitas Sistem Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar Terhadap Kadar BOD, COD, dan Amonia*. ISSN 1907-9850, pp. 141-148. Universitas Udayana. Bali.