

PENGOLAHAN LIMBAH DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM FLOTASI DAN LUMPUR AKTIF, STUDI KASUS: KAWASAN INDUSTRI NGORO

Pedry Arly Yohandry Bessy dan Euis N. H.

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: pedryarly@gmail.com

ABSTRAK

Flotasi adalah unit operasi untuk memisahkan fasa cair atau fasa padat dari fasa cair. Pemisahan partikel dari cairannya pada proses flotasi didasarkan pada perbedaan berat jenis partikel dengan bantuan gelembung udara,. Lumpur Aktif adalah proses pertumbuhan mikroba tersuspensi. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO₂ dan H₂O, NH₄. dan sel biomassa baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyisihan TSS, minyak-lemak, dan COD yang terkandung dalam limbah cair kawasan industri. Dengan variabel perlakuan : 1) Kebutuhan udara pada lumpur aktif yaitu 4 L/menit dan 16 L/menit ; 2) Dengan dan tanpa flotasi 3)Waktu sampling (jam) masing-masing 0, 2, 4, 8, dan 16 jam. Hasil terbaik dari hasil penelitian ini dalam menurunkan kadar COD,TSS dan minyak-lemak pada limbah cair kawasan industri adalah variasi kebutuhan udara sebesar 16 L/menit pada proses lumpur aktif dan penggunaan proses flotasi sebelum menuju proses lumpur aktif yaitu mencapai presentase penyisihan COD sebesar 89,47 %, penyisihan TSS sebesar 70,73%, dan penyisihan minyak-lemak sebesar 90,03%.

Kata kunci: Flotasi, Lumpur aktif, Total padatan tersuspensi (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), Minyak-lemak (FOG).

ABSTRACT

Flotation is the operating unit for separating the liquid phase or solid phase from the liquid phase. The separation of particles from the liquid in the flotation process is based on differences in particle density with the help of air bubbles. Active sludge is the process of the growth of suspended microorganisms. This process is basically an aerobic processing that oxidizes organic material into CO₂ and H₂O, NH₄, and new biomass cells. This study is to determine the efficiency of TSS , oil-fat, and COD removal contained in industrial wastewater. With treatment variables: 1) Air demand for activated sludge is 4 L/minute and 16 L/minute; 2) With and without flotation 3) Sampling time (hours) of 0, 2, 4, 8 and 16 hours. The best results of this study in reducing COD, TSS and fat oil and grease levels in industrial wastewater is a variation of air requirements of 16 L / min in the activated sludge process and the use of flotation processes before heading to the activated sludge process which is reaching a percentage of COD removal of 89, 47%, TSS allowance was 70.73%, and fat oil and grease removal was 90.03%.

Keywords: Flotation, Activated sludge, Total Suspended Solids (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), Fat Oil and Grease (FOG).

PENDAHULUAN

Limbah cair industri adalah salah satu penyebab utama terjadinya pencemaran air. Semua industri yang menghasilkan limbah cair harus melakukan pengolahan air limbah agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah agar dapat langsung dibuang tanpa mencemari lingkungan. Limbah yang dibuang tanpa diolah terlebih dahulu akan menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan (Zulkifli, 2014). Baku mutu limbah cair adalah batas kadar yang ditentukan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemar ke dalam badan air sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air (Kristanto, 2002).

Pada penelitian ini menggunakan limbah Ngoro Industri Persada (NIP). Pada limbah kawasan industri NIP memiliki kandungan minyak-lemak dan COD yang cukup tinggi. Pengolahan pada IPAL NIP menggunakan pengolahan kimia yaitu penggunaan koagulan PAC.

Pada proses pengolahan limbah cair terdapat pengolahan secara biologi salah satunya menggunakan sistem lumpur aktif, prosesnya bersifat aerobik, artinya memerlukan oksigen untuk reaksi. Kebutuhan oksigen dapat dipenuhi dengan cara mengalirkan udara atau oksigen murni ke dalam reaktor biologi, sehingga cairan di dalam reaktor dapat melarutkan oksigen lebih besar dengan jumlah oksigen yang dilarutkan merupakan kebutuhan minimum yang diperlukan mikroba di dalam lumpur aktif (Iryani et al, 2015).

Kandungan minyak-lemak yang tinggi dapat mengganggu proses biologis seperti pada lumpur aktif yang menggunakan bakteri aerob. Minyak-Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri (Sugiharto, 1987). Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat merugikan, karena lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen. (Ginting, 2007).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Wayan (2009) mengenai penurunan kadar minyak dan COD air limbah operasional pembangkit listrik dengan flotasi dan lumpur aktif. Hasil penelitian menunjukkan dalam 60 menit proses flotasi mampu mengurangi kandungan minyak dengan efektivitas 97,92%.

Dalam 24 jam proses lumpur aktif dapaturangi kadar minyak mencapai 0 mg / L atau dengan efektifitas 100% dan penurunan COD mencapai efektifitas 70,59%. Penelitian ini hanya melakukan variasi terhadap waktu sampling.

Oleh sebab itu dalam penelitian ini, menggunakan rangkaian sistem flotasi dan lumpur aktif dengan melakukan variasi dengan dan tanpa flotasi dan variasi kebutuhan oksigen pada lumpur aktif untuk menentukan kombinasi variasi tersebut yang paling optimum dalam menurunkan kandungan minyak-lemak, COD, dan TSS pada limbah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengolah limbah cair kawasan industri menggunakan proses flotasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan lumpur aktif dengan sistem aliran kontinyu. Parameter utama yang akan digunakan adalah penurunan kadar organik dan minyak lemak. Pengamatan dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap dampak adanya proses flotasi dan lumpur aktif.

Penelitian ini diawali dengan tahap persiapan peralatan dan reaktor. Kemudian tahap aklimatisasi sebagai langkah untuk mengembangkan mikroorganisme pada proses lumpur aktif.

Penelitian Pendahuuan

Pembibitan (*seeding*) mikroorganisme pada penelitian ini dilakukan secara alami dan memanfaatkan mikroorganisme yang sudah ada pada air limbah yang akan diolah sehingga terbentuk endapan lumpur. Selama proses pembibitan atau pembiakan dilakukan penyuplaian oksigen secara terus menerus dengan menginjeksikan oksigen kedalam reaktor agar proses oksidasi biologi oleh mikroba dapat berjalan dengan baik.

Proses *seeding* ini berjalan selama 7 x 24 jam, dilanjutkan dengan proses aklimatisasi, yaitu pemberian limbah baru kedalam reaktor lumpur aktif. Aklimatisasi dilakukan untuk mendapatkan suatu kultur mikroorganisme yang stabil dan dapat beradaptasi dengan air limbah industri kawasan. Proses aklimatisasi dilakukan untuk menghindari matinya bakteri. Proses aklimatisasi ini berjalan \pm 20 hari selama percobaan.

Penelitian Utama

Penelitian utama dapat dilakukan dengan variasi kebutuhan oksigen pada proses lumpur aktif. Suplai oksigen yang di variasikan pada lumpur aktif adalah 4 L/menit, dan 16 L/menit. Variasi ini dilakukan untuk menentukan kondisi pengolahan yang paling efektif selama waktu penelitian yaitu 2 jam, 4 jam, 8 jam, dan 16 jam setelah overflow pada setiap reaktor .

Selanjutnya pengoperasian reaktor disesuaikan dengan debit yang telah di tentukan yaitu 150 ml/menit dan waktu detensi didapatkan dari perhitungan debit dan volume. Setiap satu siklus proses dilakukan pengukuran analisa parameter limbah, yaitu TSS, COD, dan minyak-lemak

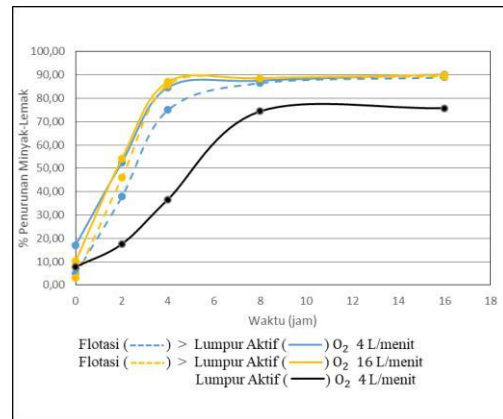
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan variasi kebutuhan udara pada bak aerasi, yaitu 4 L/menit, dan 16 L/menit. Pengaruh flotasi dan kebutuhan udara terhadap penurunan minyak-lemak dapat diketahui dengan membandingkan kebutuan udara terhadap persen penyisihan dengan berbagai waktu sampling yang dijelaskan pada Tabel 1.

Pengaruh Flotasi dan Kebutuhan Udara di Proses Lumpur Aktif terhadap Penurunan Kadar Minyak-Lemak

Tabel 1. Data Konsentrasi dan Presentase Penyisihan Minyak-Lemak

Injeksi Udara	waktu (jam)*	Bak Pengendap		Flotasi		Lumpur aktif	
		Minyak-lemak	% Kosentrasi	Minyak-lemak	% Kosentrasi	Minyak-lemak	% Kosentrasi
4 l/menit	0	8,21	0,00	7,81	4,87	6,81	17,05
	2	-	-	5,10	37,88	3,90	52,50
	4	-	-	2,05	75,03	1,26	84,65
	8	-	-	1,10	86,60	1,02	87,58
	16	-	-	0,90	89,04	0,80	90,26
16 l/menit	0	7,92	0,00	7,68	3,03	7,11	10,23
	2	-	-	4,28	45,96	3,64	54,04
	4	-	-	1,14	85,61	1,03	86,99
	8	-	-	0,91	88,51	0,90	88,64
	16	-	-	0,85	89,27	0,79	90,03
4 l/menit (Tanpa Flotasi)	0	7,72	0,00	-	-	7,57	7,80
	2	-	-	-	-	6,77	17,54
	4	-	-	-	-	5,20	36,66
	8	-	-	-	-	2,10	74,42
	16	-	-	-	-	1,99	75,76



Gambar 1. efisiensi penyisihan minyak-lemak

Pada Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa rangkaian proses flotasi dan lumpur aktif dengan kebutuhan udara 4 L/menit mampu menyisihkan konsentrasi minyak-lemak sebesar 90,26% setelah waktu proses 16 jam. Sedangkan pada kebutuhan udara 16 L/menit mampu menyisihkan konsentrasi minyak-lemak sebesar 90,03% dengan waktu proses yang sama.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa flotasi pada kedua rangkaian proses tersebut menunjukkan proses penyisihan minyak-lemak yang hampir sama yaitu 89,04% - 89,27% setelah waktu proses 16 jam. Presentase penyisihan yang berdekatan tersebut dikarenakan pada kedua rangkaian proses tersebut tidak terdapat variasi atau memiliki konfigurasi proses yang sama. Terjadinya penurunan kadar minyak selama proses flotasi disebabkan oleh adanya tekanan udara yang diberikan dari perlakuan aerasi sehingga gelembung udara mengikat partikel minyak untuk didorong ke permukaan bak pengolahan (Budianto, 2007). Minyak yang terflotasi selanjutnya dipisahkan sehingga kadar minyak dalam air limbah berkurang seiring dengan bertambahnya waktu perlakuan.

Berdasarkan proses lumpur aktif tanpa flotasi presentase penyisihan minyak-lemak cenderung lebih rendah yaitu 75,76% setelah waktu proses 16 jam, jika dibandingkan dengan rangkaian yang menggunakan proses flotasi terlebih dahulu. Hal ini karena penyisihan minyak-lemak sebagian besar terjadi pada flotasi. Pada proses biologis lumpur aktif juga terjadi penurunan dikarenakan adanya degradasi senyawa minyak dalam limbah oleh mikroorganisme dalam lumpur aktif, akan tetapi penurunan kadar minyak tidak setajam

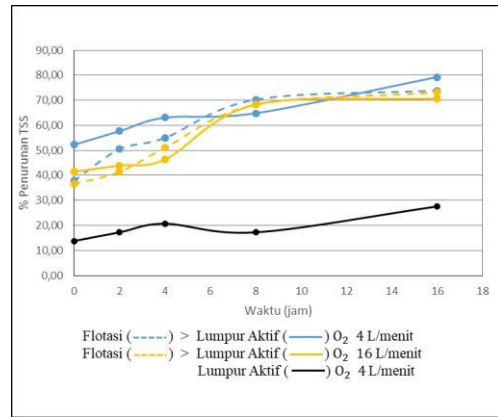
pada sampel, ini terjadi karena mikroorganismenya tidak berkembang dengan baik diakibatkan bakteri membutuhkan udara yang banyak dalam mendegradasi minyak-lemak, dan konsentrasi minyak-lemak juga dapat menghambat proses oksidasi, namun ada banyak faktor pada pengolahan tersebut yang mempengaruhi kinerja reaktor seperti terdapat rasio resirkulasi sebesar 30% dari bak pengendap (clarifier) yang kemungkinan kurang tepat sehingga dapat mempengaruhi kinerja bakteri dalam mendegradasi limbah dan penempatan inlet pada bak aerasi yang kurang tepat sehingga limbah tidak teroksidasi secara merata.

Dari pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan *primary treatment* sebelum proses lumpur aktif yaitu proses flotasi diperoleh hasil yang lebih optimal dengan presentase penyisihan minyak-lemak mencapai 90,03% - 90,26 %, dimana proses flotasi sebagai peranan utama dalam menyisihkan minyak-lemak. Sedangkan pada pengolahan biologis kurang efektif dalam melakukan penyisihan. Dapat diketahui juga bahwa variasi udara pada lumpur aktif tidak memiliki pengaruh pada turunnya minyak lemak. Contoh penulisan dapat dilihat pada grafik dan gambar di bawah. Huruf untuk keterangan pada gambar dan grafik hendaknya cukup besar dan jelas sehingga mudah terbaca.

Pengaruh Flotasi dan Kebutuhan Udara di Proses Lumpur Aktif terhadap Penurunan Kadar TSS

Tabel 2. Data Konsentrasi dan Presentase Penyisihan TSS

Injeksi Udara	waktu (jam)*	Bak Pengendap		Flotasi		Lumpur aktif	
		TSS	% penyisihan	TS S	% Penyisihan	TSS	% penyisihan
4 l/menit	0	111,00	0,00	69,00	37,84	53,00	52,25
	2	-	-	55,00	50,45	47,00	57,66
	4	-	-	50,00	54,95	41,00	63,06
	8	-	-	33,00	70,27	39,00	64,86
	16	-	-	29,00	73,87	23,00	79,28
16 l/menit	0	41,00	0,00	26,00	36,59	24,00	41,46
	2	-	-	24,00	41,46	23,00	43,90
	4	-	-	20,10	50,98	22,00	46,34
	8	-	-	13,00	68,29	13,00	68,29
	16	-	-	11,00	73,17	12,00	70,73
4 l/menit (Tanpa Flotasi)	0	29,00	0,00	-	-	25,00	13,79
	2	-	-	-	-	24,00	17,24
	4	-	-	-	-	23,00	20,69
	8	-	-	-	-	24,00	17,24
	16	-	-	-	-	21,00	27,59



Gambar 2. Efisiensi penyisihan TSS

Pada Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa rangkaian proses flotasi dan lumpur aktif dengan kebutuhan udara 4 L/menit mampu menyisihkan konsentrasi TSS sebesar 79,28% setelah waktu proses 16 jam. Sedangkan pada kebutuhan udara 16 L/menit mampu menyisihkan konsentrasi sebesar 70,73% dengan waktu proses yang sama.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa flotasi pada kedua rangkaian proses tersebut menunjukkan proses penyisihan TSS yang hampir sama yaitu 73,17% - 73,87% setelah waktu proses 16 jam. Presentase penyisihan yang berdekatan tersebut dikarenakan pada kedua rangkaian proses tersebut tidak terdapat variasi atau memiliki konfigurasi proses yang sama. Hal ini karena flotasi adalah unit operasi untuk memisahkan fasa cair atau fasa padat dari fasa cair. Pemisahan partikel dari cairannya pada proses flotasi didasarkan pada perbedaan berat jenis partikel. Apabila berat jenis partikel lebih kecil dari cairannya maka partikel akan terflotasi secara spontan, sedangkan partikel padat atau cair yang berat jenisnya lebih besar dari cairannya dipisahkan dengan bantuan gelembung udara. (Wayan, 2007).

Berdasarkan proses lumpur aktif tanpa flotasi penyisihan TSS cenderung fluktuatif dan lebih rendah yaitu 27,59% setelah waktu proses 16 jam, jika dibandingkan dengan rangkaian yang menggunakan proses flotasi terlebih dahulu. Hal ini karena penyisihan terbesar TSS terjadi pada flotasi. Pada proses biologis lumpur aktif tidak terjadi penurunan TSS secara signifikan dikarenakan pada proses lumpur aktif terjadi degradasi COD oleh mikroorganismenya sehingga menghasilkan biomassa yang dapat meningkatkan kadar TSS.

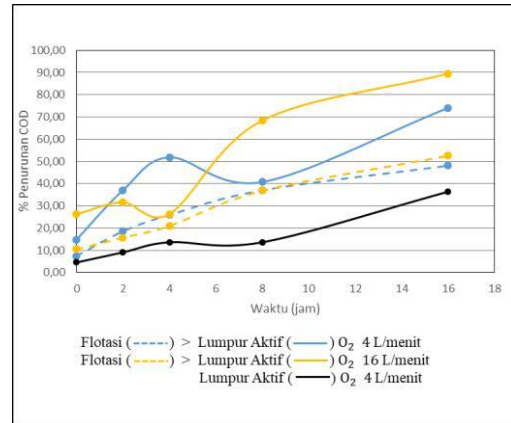
Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat juga kondisi pengolahan yang terjadi pada lumpur aktif yaitu penurunan presentase penyisihan TSS yang pada jam ke-4 untuk kebutuhan udara 4 L/menit dan pada jam ke-8 untuk kebutuhan udara 16 L/menit. Hal ini kemungkinan karena mikroorganismenya yang ada di dalam lumpur aktif tidak membentuk flok yang cukup besar, tetapi terdispersi menjadi flok yang sangat kecil atau merupakan sel tunggal sehingga sulit mengendap (Turhayati, 2008)., dapat dilihat pada presentase kadar COD yang juga turun pada waktu yang sama dengan penurunan presentase kadar TSS, namun ada banyak faktor pada pengolahan tersebut yang mempengaruhi kinerja reaktor seperti terdapat rasio resirkulasi sebesar 30% dari bak pengendap (clarifier) kemungkinan kurang tepat sehingga dapat mempengaruhi kinerja bakteri dalam mendegradasi dan penempatan inlet pada bak aerasi yang kurang tepat sehingga tidak teroksidasi secara merata.

Dari pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan *primary treatment* sebelum proses lumpur aktif yaitu proses flotasi diperoleh hasil yang lebih optimal dengan presentase penyisihan TSS mencapai 73,17% - 73,87 %, dimana proses flotasi sebagai peranan utama dalam menyisihkan TSS. Sedangkan pada pengolahan biologis kurang efektif dalam melakukan penyisihan. Dapat diketahui juga bahwa variasi udara pada lumpur aktif tidak memiliki pengaruh pada turunnya TSS.

Pengaruh Flotasi dan Kebutuhan Udara di Proses Lumpur Aktif terhadap Penurunan Kadar COD

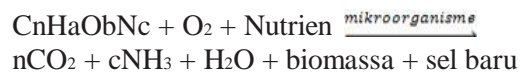
Tabel 3. Data Konsentrasi dan Presentase Penyisihan COD

Injeksi Udara	waktu (jam)*	Bak Pengendap		Flotasi		Lumpur aktif	
		COD	% Kosentrasi	COD	% Kosentrasi	COD	% Kosentrasi
4 l/menit	0	1112,40	0,00	1030,00	7,41	947,60	14,81
	2	-	-	906,40	18,52	700,40	37,04
	4	-	-	824,00	25,93	535,60	51,85
	8	-	-	700,40	37,04	659,20	40,74
	16	-	-	576,80	48,15	288,40	74,07
16 l/menit	0	790,40	0,00	707,20	10,53	582,40	26,32
	2	-	-	665,60	15,79	540,80	31,58
	4	-	-	624,00	21,05	582,40	26,32
	8	-	-	499,20	36,84	249,60	68,42
	16	-	-	374,40	52,63	83,20	89,47
4 l/menit (Tanpa Flotasi)	0	862,40	0,00	-	-	823,20	4,55
	2	-	-	-	-	784,00	9,09
	4	-	-	-	-	744,80	13,64
	8	-	-	-	-	744,80	13,64
	16	-	-	-	-	548,80	36,36



Gambar 3. Efisiensi penyisihan COD

Pada Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa rangkaian proses flotasi dan lumpur aktif dengan kebutuhan udara 4 L/menit mampu menyisihkan konsentrasi COD sebesar 74,07% setelah waktu proses 16 jam. Sedangkan pada kebutuhan udara 16 L/menit mampu menyisihkan konsentrasi COD sebesar 89,47% dengan waktu proses yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan udara mempengaruhi proses penurunan COD. Hal ini kemungkinan terjadi karena perlakuan aerasi dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut dan memperbanyak penguraian bahan anorganik dalam air limbah. Mikroorganismenya akan mengoksidasi dan mendekomposisi bahan organik dalam air limbah dengan menggunakan oksigen yang disuplai dari proses aerasi (Sutapa, 2000). Pada waktu yang sama mikroorganismenya akan mendapatkan energi dan membentuk mikroorganismenya baru atau sel baru. Reaksi degradasi mikroorganismenya yang terjadi pada lumpur aktif adalah :



Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa flotasi pada kedua rangkaian proses tersebut menunjukkan proses penyisihan COD yang hampir sama yaitu 48,15% - 52,63% setelah waktu proses 16 jam. Presentase penyisihan yang berdekatan tersebut dikarenakan pada kedua rangkaian proses tersebut tidak terdapat variasi atau memiliki konfigurasi proses yang sama. Kemampuan flotasi untuk menyisihkan COD tersebut disebabkan pada proses flotasi terdapat pembentukan gelembung udara yang hampir sama pada proses aerasi yang dapat menurunkan konsentrasi COD namun tidak secara signifikan karena tidak terdapat penambahan media

seeding keddalam proses seperti pada proses lumpur aktif.

Berdasarkan proses lumpur aktif tanpa flotasi penurunan COD lebih rendah yaitu 36,36% setelah waktu proses 16 jam, jika dibandingkan dengan rangkaian yang menggunakan proses flotasi terlebih dahulu. Hal ini karena terdapat kombinasi pengolahan fisika (flotasi) dan biologis (lumpur aktif). Hal ini dikarenakan tanpa flotasi limbah masih terdapat konsentrasi minyak-lemak yang menghambat proses oksidasi sehingga mikroorganisme tidak melakukan degradasi secara optimal.

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat juga kondisi pengolahan yang terjadi pada lumpur aktif yaitu penurunan presentase penyisihan yang pada jam ke-4 untuk kebutuhan udara 4 L/menit dan pada jam ke-8 untuk kebutuhan udara 16 L/menit. Hal ini kemungkinan karena mikroorganisme yang ada di dalam lumpur aktif tidak membentuk flok yang cukup besar, tetapi terdispersi menjadi flok yang sangat kecil atau merupakan sel tunggal sehingga sulit mengendap (Turhayati, 2008). Adanya flok yang sulit mengendap ini akan meningkatkan kekeruhan effluent sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan nilai COD, dapat dilihat pada presentase penurunan kandungan TSS yang juga turun pada waktu yang sama dengan penurunan presentase kadar COD. Selain itu peningkatan nilai COD mungkin disebabkan oleh proses degradasi minyak oleh mikroorganisme. Hidrokarbon alifatik jenuh pada minyak dioksidasi oleh bakteri dengan bantuan oksigen menjadi asam lemak dengan unit karbon yang lebih pendek dari molekul induknya. (Wayan, 2009) Degradasi minyak akan berjalan terus-menerus hingga rantai hidrokarbon alifatik jenuh pada minyak habis teroksidasi. Proses inilah yang mungkin menyebabkan kenaikan nilai COD akibat banyaknya oksigen yang diperlukan dalam reaksi oksidasi tersebut, namun ada banyak faktor pada pengolahan tersebut yang mempengaruhi kinerja reaktor seperti terdapat rasio resirkulasi sebesar 30% dari bak pengendap (*clarifier*) yang kemungkinan kurang tepat sehingga dapat mempengaruhi kinerja bakteri dalam mendegradasi COD dan penempatan inlet pada bak aerasi yang kurang tepat sehingga limbah tidak teroksidasi secara merata.

Dari pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan *primary treatment* sebelum proses lumpur aktif yaitu proses flotasi diperoleh hasil yang lebih optimal dengan presentase penyisihan COD mencapai 74,07% - 89,47%, dimana proses flotasi sebagai pengolahan awal sebelum proses biologis dapat menurunkan minyak-lemak terlebih dahulu agar tidak mengganggu proses biologis. Dapat diketahui juga bahwa kombinasi flotasi dan lumpur aktif dengan kebutuhan udara 16 L/menit memiliki presentasi penyisihan COD paling tinggi yaitu 89,47%.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Proses flotasi dan lumpur aktif efektif dalam mengolah limbah cair kawasan industri milik Ngoro Industri Persada untuk menyisihkan beban pencemar COD, TSS, dan minyak-lemak
2. Variasi yang paling optimum dalam menurunkan kadar COD, TSS dan minyak-lemak pada limbah cair kawasan industri adalah variasi kebutuhan udara sebesar 16 L/menit pada proses lumpur aktif dan penggunaan proses flotasi sebelum menuju proses lumpur aktif yaitu mencapai penyisihan COD sebesar 89,47 %, penyisihan TSS sebesar 70,73%, dan penyisihan minyak-lemak sebesar 90,03%
3. Flotasi sebagai *primary treatment* sebelum proses lumpur aktif memiliki pengaruh dan peranan dalam menyisihkan TSS, dan minyak-lemak agar tidak mengganggu pada proses yang terjadi pada lumpur aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, H. (2007). Pengaruh Tinggi Reaktor Flotasi Udara Terlarut Terhadap Efisiensi Penyisihan Minyak. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 13(1), 27-35.
- Ginting, P. (2007). *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Wrama Widya. Jakarta.
- I Wayan. (2009). *Penurunan Kadar Minyak Dan COD Air Limbah Operasional Pembangkit Listrik Dengan Flotasi Dan Lumpur Aktif*. Program Studi Kimia Fakultas MIPA. Universitas Udayana Bali.

- Iryani, A., Soraya, D., dan Mulyati, A. H. (2015). *Wastewater Treatment at PT. X by Active Sludge (Pengolahan Limbah Cair PT. X Secara Lumpur Aktif)*. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan Bogor.
- Kristanto. (2002). *Pencemaran Limbah Cair*. Yudistira. Jakarta
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Turhayati. (2008). *Efektivitas Pengendapan Dodesil Benzena Sulfonat (DBS) dengan CaOH dan Lumpur Aktif Pada Limbah Deterjen*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Zulkifli, A. (2014). *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*. Salemba Teknika. Jakarta