

Pengaruh Waktu Aerasi dan Waktu Pengendapan terhadap Penurunan COD dan NH_3 pada Pengolahan Limbah Cair Domestik PT POMI

Eka Wahyu Wulandari^{1*}, Ulvi Pri Astuti¹, dan Ayu Nindyapuspa¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111

*E-mail : ekawahyu27@student.ppons.ac.id

Abstrak

PT POMI merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Produk samping PLTU dihasilkan salah satunya limbah cair domestik. Saat ini, PT POMI sedang berupaya meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah domestik di *Sanitary Water Treatment Plant* (SWTP). Salah satu teknologi yang dapat digunakan yaitu *Sequencing Batch Reaktor* (SBR). Unit pengolahan dengan SBR hanya memerlukan reaktor *batch* tunggal dan tidak memerlukan unit pengendapan (*clarifier*). Setiap pengolahan terjadi pada satu unit dan tidak membutuhkan sistem resirkulasi *sludge*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi waktu aerasi (6 jam dan 8 jam) dan waktu pengendapan (120 menit dan 180 menit) terhadap persen removal COD dan NH_3 . Hasil penelitian menunjukkan pada waktu aerasi 8 jam dengan waktu pengendapan 180 menit merupakan hasil terbaik dengan removal COD sebesar 53,67%, dan NH_3 , 58,92%.

Keywords: Ammonia, Chemical Oxygen Demand, Sewage Waste Treatment Plant, Sequencing Batch Reactor.

1. PENDAHULUAN

PT Paiton Operation And Maintenance Indonesia (PT POMI) adalah salah satu perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang bergerak di bidang energi pembangkit listrik dengan menggunakan tenaga uap hasil pembakaran batu bara. Listrik merupakan *output* pertama yang dihasilkan dari produksi PLTU, sebagai hasil samping produksi listrik, PLTU juga menghasilkan limbah. Salah satu limbah yang dihasilkan adalah limbah domestik. Limbah cair domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air (PERMENLHK, 2016). Air sisa kegiatan aktivitas manusia sebelum dibuang ke lingkungan harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi baku mutu. PT POMI mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Saat ini, PT POMI dalam upaya meningkatkan efisiensi pengolahan di SWTP. Peningkatan dilakukan karena *sludge* pada bak aerasi berwarna hitam. Hasil analisis SV_{30} sebesar 0,04%. Pada bak *clarifier* banyak lumpur yang melayang (*pin-point floc*) dan mengapung sehingga mengganggu proses resirkulasi *sludge*. Resirkulasi *sludge* yang terganggu mengakibatkan *effluent* keruh (Ningtyas, 2015).

Menurut Ishartanto (2009), lama aerasi 12 jam dapat menurunkan COD sebesar 82% dibandingkan waktu aerasi 24,48 jam dan 72 jam. Pada penelitian Hadiwidodo dan Junaidi (2007), pengolahan menggunakan SBR dengan variabel waktu aerasi dan stabilisasi didapatkan efisiensi penyisihan COD sebesar 95,23%. Unit SBR ini tidak hanya dapat digunakan sebagai penyisihan COD. Menurut Haque (2017), durasi waktu aerasi pada unit SBR mempengaruhi kualitas *effluent* pengolahan. Waktu aerasi 10 jam memiliki efisiensi penyisihan COD dan ammonia-nitrogen yang lebih tinggi, sebesar 81% dan 97%. Pada waktu aerasi 6 jam penyisihan COD dan ammonia-nitrogen sebesar 78% dan 97%. Waktu *seeding* dan aklimatisasi sangat berpengaruh karena merupakan tahapan awal untuk memperkenalkan mikroorganisme pada air limbah. Pada penelitian ini dilakukan analisis waktu *seeding* dan aklimatisasi pada lumpur yang dihasilkan. Lumpur tersebut digunakan untuk mengolah limbah dan akan dianalisis terhadap penurunan konsentrasi pencemaran COD, ammonia-nitrogen, dan TSS. Penelitian ini, memvariasikan waktu aerasi yaitu 6 jam dan 8 jam dengan waktu pengendapan selama 120 menit dan 180 menit.

2. METODE

Pada penelitian ini digunakan reaktor SBR dengan dimensi 26cm × 26cm × 50cm yang diisi air limbah sebanyak 10 L dan dilengkapi aerator. Sampel menggunakan limbah domestik PT POMI yang berasal dari perumahan karyawan perusahaan. Penelitian ini menggunakan glukosa sebagai makanan untuk mikroorganisme. Hal yang dilakukan pertama kali adalah menganalisis karakteristik awal limbah domestik berupa kandungan COD, TSS, dan NH_3 untuk mengetahui kualitas *influen* limbah. Kemudian dilakukan

proses seeding untuk mengembangbiakkan mikroorganisme. Lumpur aktif hasil pengolahan limbah domestik POH1 diambil sebanyak 1 liter dan diaerasi dengan air limbah PT POMI. Pada proses ini juga ditambahkan glukosa sebagai nutrisi bagi mikroorganisme. Proses *seeding* dipantau dengan mengamati perubahan fisik pada reaktor dan pengukuran pH.

Setelah dilakukan proses *seeding*, maka dilanjutkan ke tahap aklimatisasi. Aklimatisasi merupakan proses adaptasi mikroorganisme dengan air limbah. Air limbah dimasukkan pada masing-masing reaktor dengan komposisi 70% air limbah dan 30% lumpur aktif hasil pengembangbiakkan pada poses *seeding*. Proses aklimatisasi dipantau dengan pengukuran penurunan nilai COD hingga mencapai kondisi *steady state* dan pengukuran pH.

Setelah proses aklimatisasi, reaktor SBR dijalankan dengan variasi waktu aerasi dan lama pengendapan. Pada percobaan ini digunakan variasi waktu aerasi 6 jam dan 8 jam serta waktu pengendapan masing-masing 120 menit dan 180 menit. Setelah dijalankan dengan variasi waktu aerasi dan lama pengendapan tertentu, efluen limbah tersebut diuji nilai COD, TSS dan NH_3 dari masing-masing reaktor tersebut. Perbedaan hasil kualitas efluen akan diuji secara statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis karakteristik air limbah

Parameter yang diuji pada air limbah yang akan diteliti adalah COD dan NH_3 . Peraturan Menlhk No.P68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik digunakan sebagai acuan baku mutu yang digunakan pada penelitian ini. Hasil uji karakteristik awal air limbah menunjukkan bahwa nilai parameter masih melebihi baku mutu. Hasil analisa pengujian karakteristik awal dapat dilihat pada Tabel 1.

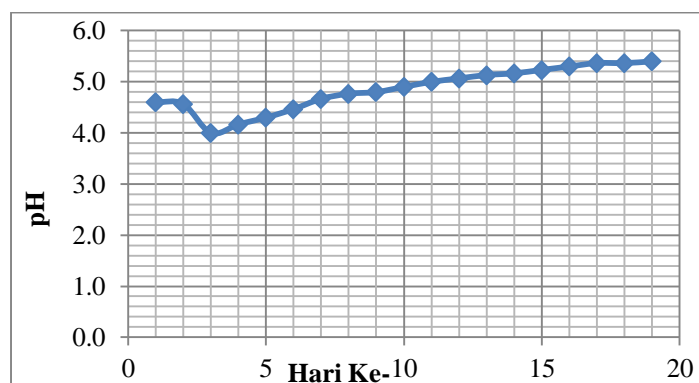
Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Limbah Domestik PT POMI Sebelum Diolah

Parameter	Satuan	Nilai	Baku mutu*
COD	mg/L	790	100
$\text{NH}_3\text{-N}$	mg/L	23,7	10
pH	-	8,79	6-9

*) Menlhk No.P68 2016 Baku Mutu Air Limbah Domestik

3.2 Proses *Seeding* pada reaktor SBR

Proses *seeding* merupakan proses pengembangbiakkan mikroorganisme yang berasal dari proses aerasi limbah domestik di perumahan karyawan PT POMI (POH 1). Dalam proses *seeding* dilakukan penambahan glukosa setiap 2 hari sekali sebanyak 150 mL. Apabila terbentuk lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas, maka dapat dipastikan bahwa telah tumbuh mikroorganisme.



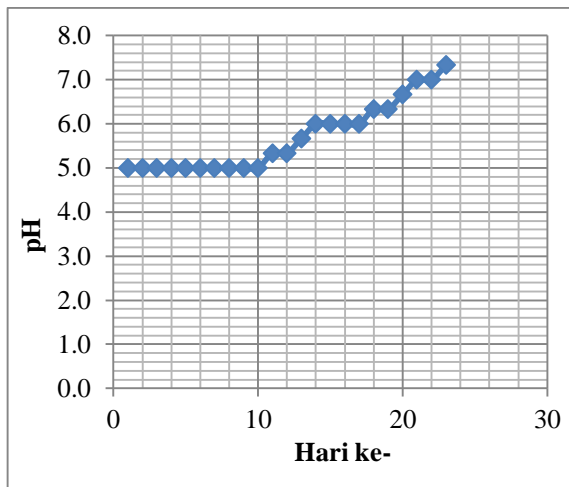
Gambar 1. Hasil pengamatan pH proses *seeding*

Dalam penelitian ini, proses *seeding* berlangsung selama 19 hari. Gambar 1. menunjukkan bahwa pH mengalami kenaikan dari hari ke-3 hingga hari ke-19 sebesar 4,0-5,0. Meningkatnya nilai pH pada tahap *seeding* terjadi karena proses fermentasi. Proses fermentasi terjadi karena adanya pengaktifan bakteri, sehingga terjadi proses glikolisis. Peningkatan pH tersebut menunjukkan bahwa lumpur sudah aktif dan dapat digunakan untuk tahap selanjutnya (Munawaroh dkk, 2013).

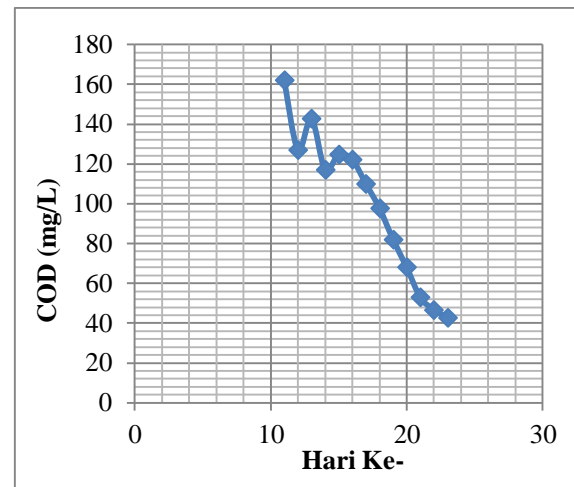
3.3 Proses aklimatisasi pada reaktor SBR

Tahap aklimatisasi dilakukan dalam satu reaktor yang sama dengan proses *seeding*. Parameter yang diukur dalam proses aklimatisasi adalah COD dan pH. Pada penelitian Pritiani (2015), nilai optimum

untuk pertumbuhan mikroorganismenya adalah sekitar 6,4-7,4. Nilai pH yang optimum sangat mempengaruhi proses pengolahan biologis pada air limbah. Pada Gambar 2. dapat dilihat nilai pH pada proses aklimatisasi berada pada rentang 5-7.



Gambar 2. Hasil pengamatan pH pada tahap Aklimatisasi dalam reaktor SBR



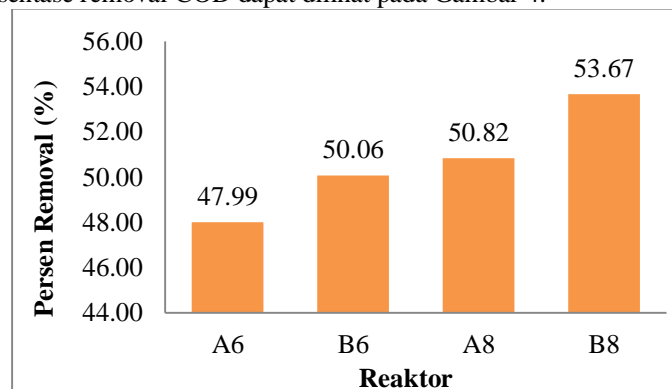
Gambar 3. Hasil pengamatan COD pada tahap Aklimatisasi

Nilai COD pada tahap aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 3. Pada hari ke-11 merupakan awal pengukuran kadar COD. Pada hari ke-11 sampai hari ke-15 nilai COD masih mengalami kondisi naik dan turun. Nilai COD mengalami penurunan pada hari ke-16 sampai hari ke-23, hal tersebut menunjukkan adanya pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri pada reaktor. Pada hari ke-16 hingga hari ke-23 tersebut dijadikan tanda bahwa bakteri berada dalam keadaan *steady state*. Proses aklimatisasi dapat dikatakan selesai atau berakhir jika penurunan COD telah mencapai 50% (Widyaningsih, 2011).

3.4 Analisis pengaruh waktu aerasi dan waktu pengendapan pada reaktor SBR

A. Penyisihan Konsentrasi COD pada reaktor SBR

Reaktor dengan variasi waktu aerasi 8 jam dan waktu pengendapan 180 menit (B8) memiliki persentase removal COD yang lebih tinggi dibandingkan dengan waktu aerasi 6 jam. Persentase penyisihan COD reaktor B8 adalah 53,67%. Hal tersebut karena waktu mikroorganismenya untuk menguraikan bahan organik COD akan semakin lama. Semakin sedikit waktu aerasi maka kandungan COD yang terurai tidak terlalu besar (Sudaryati dkk. 2018). Pengembangbiakan mikroorganismenya tersebut dapat mempengaruhi kadar COD yang terkandung di dalam air limbah. Fase pertumbuhan mikroorganismenya dalam reaktor *batch* dan nutrisi yang tidak bertambah, membuat pertumbuhan mikroba dalam reaktor menjadi fluktuatif. Pertumbuhan mikroba yang fluktuatif, belum mampu mendegradasi bahan organik (COD) yang masih tinggi (Aniwindira, 2013). Perbandingan persentase removal COD dapat dilihat pada Gambar 4.



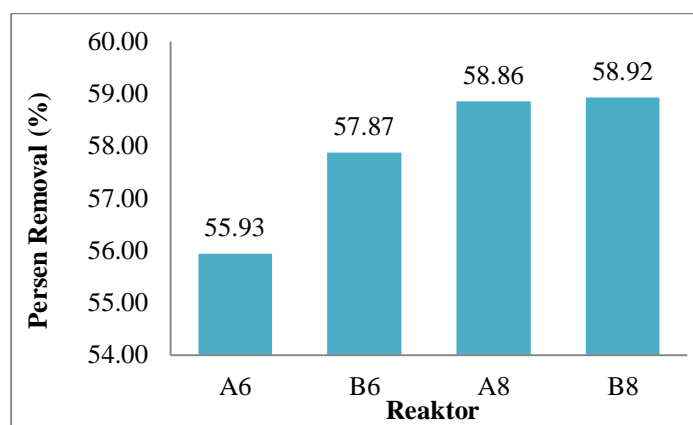
Gambar 4. Persen removal konsentrasi COD pada reaktor SBR

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin lama waktu aerasi dan pengendapan, penyisihan COD yang terjadi semakin besar. Pada penelitian Farajzadehha dkk. (2012), penurunan waktu aerasi

menyebabkan penurunan efisiensi penyisihan. Hal itu karena adanya peningkatan turbulensi dalam reaktor sehingga waktu kontak air limbah dengan lumpur akan menurun. Hal tersebut juga berlaku sebaliknya, apabila waktu aerasi yang digunakan cukup lama maka akan memberi kesempatan kontak lebih lama antara air limbah dan lumpur aktif. Kondisi tersebut hampir sama dengan yang terjadi pada sistem kontak stabilisasi. Pada saat periode aerasi (kontak antara biomassa dengan substrat) akan terjadi degradasi materi organik (Hadiwidodo, 2007).

B. Penyisihan Konsentrasi *Ammonia-Nitrogen* pada reaktor SBR

Pada reaktor dengan waktu aerasi 6 jam dan pengendapan 120 menit (A6), efisiensi penyisihan amoniak mencapai 55,93%. Pada waktu aerasi 6 jam dan pengendapan 180 menit (B6), efisiensi penyisihan amoniak sebesar 57,86%, sedangkan untuk waktu aerasi 8 jam dan pengendapan 180 menit (B8) persentase penyisihan amoniak sebesar 58,92%. Perbandingan persentase penyisihan amoniak dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penyisihan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ pada reaktor SBR

Penurunan efisiensi penyisihan senyawa amonia-nitrogen sebanding dengan penurunan waktu tinggal hidraulis (Widayat, 2010). Semakin lama waktu aerasi dan pengendapan maka persentase penyisihan yang dihasilkan semakin besar. Reaktor B8 merupakan efisiensi tertinggi dengan waktu aerasi terlama dan waktu pengendapan terlama. Pada penelitian Said dan Utomo (2007), semakin pendek waktu tinggal air limbah dalam reaktor, semakin rendah pula efisiensi pengolahan amonia. Hal ini disebabkan oleh terlalu singkatnya waktu kontak yang tersedia antara air limbah dengan mikroorganisme, sehingga degradasi senyawa amoniak oleh mikroorganisme menurun dan kurang optimal. Hal ini juga sesuai dengan penelitian ini, hasil analisa waktu aerasi 8 jam lebih besar dibandingkan waktu aerasi 6 jam. Efisiensi penyisihan amoniak menurun seiring dengan berkurangnya waktu kontak di dalam reaktor. Pada penelitian ini, waktu aerasi 8 jam, nilai rata-rata efluen sudah memenuhi baku mutu. Efisiensi penyisihan amoniak menurun seiring dengan berkurangnya waktu kontak di dalam reaktor. Hal ini disebabkan berkurangnya waktu kontak antara air baku dengan lapisan biomassa yang tumbuh, akibatnya amoniak yang terurai semakin kecil. Hal ini juga sudah sesuai dengan penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi COD mengalami penurunan dan menuju keadaan *steady state*. Pada penelitian ini, waktu aerasi 8 jam dengan waktu pengendapan 180 menit menghasilkan persentase penyisihan tertinggi 53,67% konsentrasi COD belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Menlhk No.P68 2016 Baku Mutu Air Limbah Domestik. Persentase penyisihan Amonia-Nitrogen sebesar 58,92%, sudah memenuhi baku mutu Menlhk No.P68 2016.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih oleh penulis disampaikan kepada pihak-pihak terkait yang selalu memberikan dukungan dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Aninwindira, N. A., 2013. Pengaruh Lama Waktu Aerasi Dan Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan Chemical Oxygen Demand Dan Total Suspended Solid Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu [skripsi]. Surabaya: Universitas Airlangga.

- Farajzadehha, dkk., 2012. Lab Scale Study Of Hrt And Olr Optimization In Uasb Reactor For Pretreating Fortified Wastewater In Various Operational Temperatures. *Apcbee Procedia*, 1 (2012) 90 – 95.
- Hadiwidodo dan Junaidi. 2007. Pengaruh Waktu Reaksi Dan Waktu Tinggal Stabilisasi Pada Sequencing Batch Reactor Aerob Dengan Penambahan Karbon Aktif Terhadap Penurunan Chemical Oxygen Demand. *Jurnal Presipitasi*, Vol. 3 No.
- Haque, Eprilia Afifah. 2017. Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Sistem Lumpur Aktif Model (Sbr) Skala Laboratorium [skripsi]. Surabaya: Institut Sepuluh November Surabaya.
- Ishartanto, 2009. Pengaruh Aerasi Dan Penambahan Bakteri Bacillus Sp. Dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Munawaroh, Ulum, dkk., 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Effectif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, Volume 1 Nomor 2.
- Ningtyas, Rahayu. 2015. *Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Lumpur Aktif*. Bandung: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Permenlhk No.68 Tahun 2016.
- Pitriani, Anwar Daud, dan Nurhaedar Jafar. 2015. The Effectiveness of EM4 Addition into Anaerob-Aerob Biofilter in the Processing of Wastewater at Hasanuddin University Hospital, Makassar Indonesia. *International Journal of Science: Basic and Applied Research (IJSBAR)*: ISSN: 2307-4531, Volume 22, Nomor 1, Halaman 178-187.
- Said, N.I., dan Utomo Kristianti., 2007. *Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Lumpur Aktif Yang Diisi Dengan Media Bioball*. BPPT: Jakarta.
- Sudaryati, Kasa, dan Suyasa. 2008. *Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. ISSN : 1907-5626, pp. 21-29. Bali: Universitas Udayana.
- Widayat, Wahyu, dkk., 2010. Penyisihan amoniak dalam upaya meningkatkan kualitas air baku PDAM-IPA BOJONG RENGED dengan proses biofiltrasi menggunakan media plastik tipe sarang tawon. *JAI*, Vol 6. No. 1. 2010.
- Widyaningsih, Vini., 2011. *Pengolahan Limbah Cair Katin Yongma Fisip UI*. Depok : Jurusan Teknik Lingkungan UI.