



Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi *Settlement Tank* dan *Fixed-Bed Coloumn Up-Flow*

Khalimatus Sa'diyah^{*}, Muchamad Syarwani, S. Sigit Udjiana

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

*E-mail: khalimatus22@gmail.com

ABSTRAK

Air limbah domestik yang memiliki kadar BOD, COD, TSS, *Turbidity* dan pH tinggi menjadi salah satu penyebab pencemaran air. Sehingga perlu adanya pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke sungai atau badan air. Salah satu pengolahan air limbah yang bisa digunakan adalah kombinasi *settlement tank* dan *fixed-bed coloumn up-flow*. Alat ini dipilih karena harganya terjangkau, bahan mudah didapat dan peralatannya mudah dioperasikan. Tujuan utama penelitian ini untuk menurunkan kadar *turbidity*, TSS dan BOD. Penurunan parameter ini dipengaruhi oleh waktu *settlement tank*, waktu pengontakkan *effluent* dan tinggi unggun pasir. Hasil penelitian pada *settlement tank* secara aerob didapatkan persen penurunan *turbidity*, TSS dan BOD yang tertinggi pada *settlement tank* 6 hari dengan nilai 48,21%; 75,27% dan 52,84 %. Pada alat *fixed-bed coloumn up-flow* secara kontinyu dengan waktu aerasi *settlement tank* 6 hari didapatkan persen penurunan *turbidity* yang tertinggi pada tinggi unggun pasir 20 cm sebesar 18,57%, sedangkan persen penurunan TSS dan BOD yang paling tinggi pada tinggi unggun pasir 30 cm yaitu 41,46% dan 11,23%.

Kata kunci: *Settlement, tank, fixed-bed, coloumn.*

ABSTRACT

Domestic waste water is one of the causes of water pollution. Domestic waste water has high levels of BOD, COD, TSS, *Turbidity* and pH. Therefore, it need futher processing so that the conditions is safe when discharged in river or lake. One of waste water treatment is combination of *settlement tank* and *fixed-bed coloumn up-flow*. This equipment is selected because the price is affordable, materials and equipment can be obtained, and easy to operate. The main purpose of this study is to decrease levels of *turbidity*, TSS and BOD. Decreased parameters are affected by time of *settlement tank*, time of *effluent* contact and high of sand beds. Result of research on *settlement tank* aerob obtained highest percentage of *turbidity*, TSS and BOD decrease in 6 day *settlement tank* with value 48.21%, 75.27% and 52.84%. In a continuous *fixed-bed coloumn up-flow* with aeration time, 6-day in *settlement tank*, obtained the highest percentage of *turbidity* reduction at 20 cm sand bed height of 18.57%, while the highest percentage of TSS and BOD reduction in sand bed height was 30 cm is 41.46% and 11.23%.

Keywords: *Settlement, tank, fixed-bed, coloumn.*

1. PENDAHULUAN

Pencemaran air sungai berasal dari berbagai sumber yaitu 60% berasal dari limbah domestik (sanitasi, sampah, detergen); 30% limbah industri dan 10% limbah pertanian dan peternakan [1]. Berdasarkan dokumen Agenda ke-21 Indonesia, diprediksi bahwa dengan acuan pertumbuhan penduduk kota pada tahun 1990, maka diperkirakan penduduk di wilayah perkotaan di Indonesia akan mencapai 257 juta jiwa pada tahun

2020. Dengan asumsi bahwa setiap orang akan menghasilkan limbah setiap hari sebesar 40 L/orang, maka diperkirakan di wilayah perkotaan akan terjadi pembuangan air limbah domestik ke sungai sebesar $\pm 10,28$ juta m^3 setiap harinya [2]. Peningkatan pencemaran air di badan sungai memicu berbagai permasalahan, diantaranya penurunan kualitas air tanah dan air permukaan sehingga mengganggu kesehatan

masyarakat yang akhirnya menurunkan daya saing bangsa dan negara [3].

Untuk mengantisipasi potensi dampak pencemaran di badan air/sungai maka perlu upaya minimalisasi limbah baik itu dari aspek kebijakan pemerintah dalam rangka menekan jumlah air limbah domestik yang dihasilkan maupun dari aspek ilmu pengetahuan dan teknologi guna mendapatkan berbagai alternatif teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien. Disamping itu, memecahkan masalah pencemaran air dapat melestarikan sumber-sumber air [4]. Upaya yang bisa dilakukan salah satunya adalah penanganan limbah air domestik untuk mengurangi pencemaran air sungai. Pada penulisan ini akan diuraikan tentang peralatan pengolahan air limbah domestik yaitu kombinasi *settlement tank* dan *fixed-bed coloumn up-flow*. Keuntungan dari sistem *settlement tank* yaitu karena metode pengolahan ini paling utama dan banyak digunakan pada proses pengolahan primer limbah cair sedangkan untuk sistem *fixed-bed coloumn up-flow* yaitu tidak memerlukan bahan kimia (koagulan) yang mana bahan kimia ini merupakan kendala sering dialami pada proses pengolahan air di daerah pedesaan. Proses yang terjadi pada *settlement tank* adalah aerasi limbah domestik cair dengan cara didiamkan agar partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam air limbah dapat mengendap ke dasar tangki. Endapan partikel tersebut akan membentuk lumpur yang kemudian akan dipisahkan dari air limbah ke saluran lain untuk dialirkan ke tube atau pipa pada *fixed-bed coloumn up-flow*, yang telah diisi dengan media berupa serabut kelapa, arang batok, pasir dan kerikil, sehingga akan terjadi kontak reaksi [5]. Pemilihan media yang digunakan karena keberadaannya yang mudah didapatkan dan harganya terjangkau.

2. METODE PENELITIAN

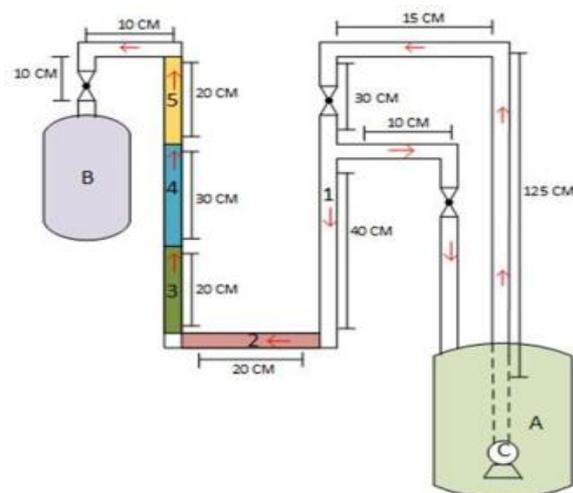
2.1. PERSIAPAN DAN PENGOLAHAN LIMBAH

Sample air limbah domestik yang digunakan diambil di bagian IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) komunal, Jalan L.A. Sucipto RW. 14, Kel. Pandanwangi, Kec. Blimbing, Kota Malang. Air limbah domestik dianalisa terlebih dahulu BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Turbidity dan pH. Tabel 1 adalah hasil analisa air limbah domestik dari IPAL Komunal, Jl. L.A. Sucipto RW.14, Kel. Pandanwangi, Kec. Blimbing, Kota Malang.

Tabel 1. Hasil analisa air limbah domestik keluaran IPAL

Parameter	Satuan	Batasan
BOD	mg/L	585,9
COD	mg/L	1780
TSS	mg/L	610
Turbidity	Ntu	112
Ph	-	8

Pengolahan air limbah domestik yang pertama adalah proses aerasi pada *settlement tank* menggunakan variabel waktu tinggal 2, 4 dan 6 hari. *Settlement tank* berupa wadah atau bak yang dilengkapi dengan *sparger* udara. Kemudian sampel dialirkan ke *fixed-bed column up-flow* untuk proses fisik. Rangkaian *fixed-bed column up-flow* seperti pada Gambar 1.



Keterangan:

- 1 : Kolom air limbah pre-treatment
- 2 : Kolom isian serabut kelapa
- 3 : Kolom isian arang batok
- 4 : Kolom isian pasir
- 5 : Kolom isian kerikil
- a : Waste water pre-treatment
- b : Clean water
- c : Pompa air benam

Gambar 1. Alat *fixed-bed column up-flow*.

Sistem pengolahan limbah domestik dengan alat *fixed-bed column up-flow* menggunakan aliran dari bawah ke atas berdasarkan perbedaan tekanan hidrostatik mengikuti prinsip kerja fluidisasi. Pada proses ini limbah dialirkan secara kontinu melewati media serabut kelapa, arang batok, pasir lumajang 30 mesh dan kerikil. Media yang digunakan serabut kelapa 5 cm, arang batok 18 mesh, pasir lumajang 30 mesh dan kerikil 6 mesh. Volume umpan limbah cair (*inlet*) yaitu 6 liter, laju alir *effluent* 48 ml/menit, tinggi unggun media (serabut kelapa, arang batok, kerikil) masing-masing 20 cm dan diameter pipa 5/8 inchi. Variabel yang digunakan adalah tinggi unggun media pasir yaitu 10, 20, 30 cm dan waktu sampling *effluent* yaitu 10, 20, 30 menit. Selanjutnya, cairan produk yang telah mengalami penyisihan zat organik dan anorganik pada lapisan unggun keluar secara *overflow* melalui bagian atas ruang *up-flow* dianalisa parameter *turbidity*, TSS dan BOD.

2.2. TAHAP ANALISA

Parameter yang dianalisa adalah *turbidity*, TSS dan BOD. Untuk analisa BOD dilakukan di Laboratorium Jasa Tirta. Analisa TSS, peralatan yang digunakan adalah kertas saring Whatman, corong kaca, oven, timbangan, neraca analiti dan penjepit kertas. Proses penyaringan menggunakan cara manual (tidak menggunakan pompa vakum). Pada analisa *turbidity*, peralatan yang digunakan adalah *turbiditymeter*.

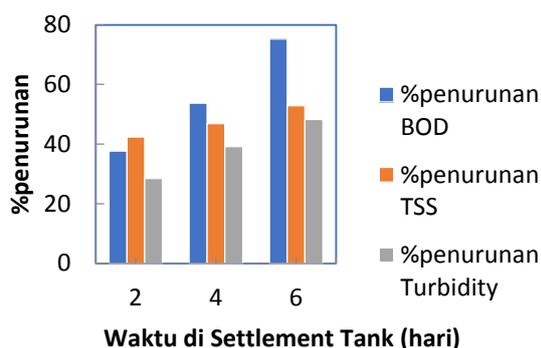
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air limbah domestik merupakan cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya, sehingga dapat mengganggu kelestarian lingkungan [6]. Berdasarkan hasil analisa, air keluaran dari IPAL RW. 14, Kel. Pandanwangi, Kec. Blimbing, Kota Malang masih melebihi baku mutu dari pemerintah sehingga harus dilakukan pengolahan. Limbah keluaran IPAL ini diolah lagi menggunakan kombinasi *settlement tank* secara aerob dan *fixed-bed coloumn up-flow* secara kontinyu. Prinsip dari *settlement tank* secara aerob adalah untuk mengoksidasi material organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 dan sel biomassa baru. Sel mikroba membentuk flok-flok yang akan mengendap di tangki penjernihan.

Persen penurunan *turbidity*, TSS dan BOD terhadap waktu *settlement tank* secara aerob cenderung meningkat yaitu masing-masing sebesar 48,21%; 52,84% dan 75,27%. Penurunan paling besar terjadi pada waktu tinggal di *settlement tank* selama 6 hari, seperti terlihat pada Gambar 2.

Hal ini dikarenakan semakin lama waktu tinggal pada proses aerasi maka kontak udara dengan bakteri pengurai juga semakin lama. Dengan demikian populasi bakteri pengurai juga bisa terus meningkat sehingga laju penguraian zat organik berlangsung lebih lama. Penurunan nilai *turbidity*, TSS dan BOD dikarenakan pemberian udara ke

dalam limbah melalui proses aerasi dapat menghancurkan endapan-endapan yang tergumpal sehingga mempermudah penyerapan O_2 oleh bakteri aerob yang bertugas sebagai pengurai. Semakin banyak O_2 yang dilepaskan maka bakteri-bakteri tersebut dapat tumbuh dengan baik dan dapat menguraikan material organik menjadi gas atau membentuk flok yang mengendap sehingga nilai *turbidity*, TSS dan BOD menurun [7].

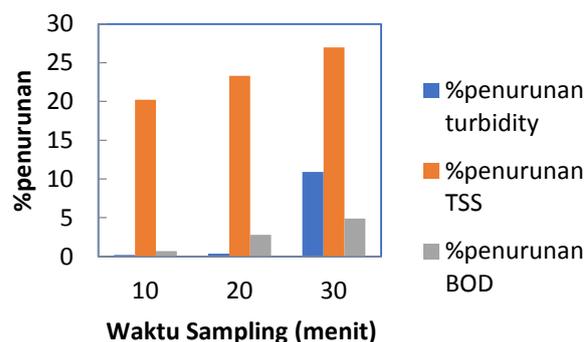


Gambar 2. % Penurunan *turbidity*, TSS dan BOD pada *settlement tank*.

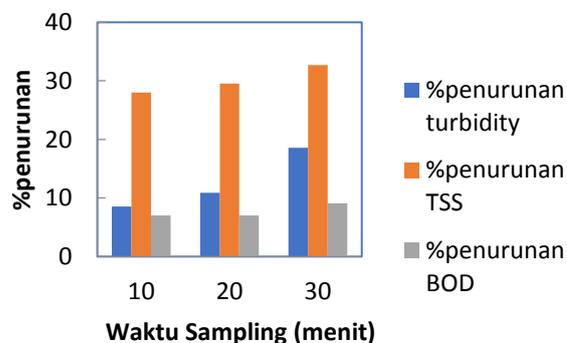
Proses yang terjadi di *fixed-bed coloumn up-flow* adalah pengolahan padatan yang tidak dapat diendapkan dan yang terlarut di dalam air limbah domestik, dengan cara membawa padatan tersebut untuk kontak dengan media filter. Sehingga massa padatan dari air limbah domestik tersebut cenderung melekat pada media filter. Media filter yang digunakan berupa kerikil, pasir, sabut kelapa dan arang batok yang didesain khusus sebagai tempat padatan melekat atau mengendap. Berikut diuraikan hasil proses *fixed-bed coloumn up-flow* untuk umpan limbah cair domestik yang telah diaerasi selama 6 hari pada *settlement tank*.

Variasi ketinggian unggun pasir pada *fixed-bed coloumn up-flow* berpengaruh terhadap hasil proses filtrasi limbah [8]. Pada Gambar 3-5 dapat dilihat bahwa limbah keluar dari *fixed-bed coloumn up-flow* dengan unggun pasir 10, 20 dan 30 cm mengalami penurunan *turbidity*, TSS dan BOD. Penurunan *turbidity* paling besar pada

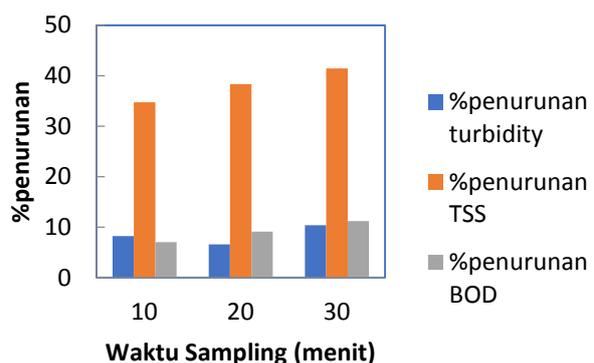
unggun pasir 20 cm sebesar 18,57%, sedangkan penurunan TSS dan BOD paling besar pada unggun pasir 30 cm. Penurunan kadar parameter kualitas limbah terjadi karena pada kolom *fixed-bed coloumn up-flow* limbah berkontak secara kontinyu dengan media pasir sehingga terjadi proses penyaringan atau filtrasi. Secara umum filtrasi adalah proses yang digunakan pada pengolahan air bersih untuk memisahkan bahan pengotor (partikulat) yang terdapat dalam air. Pada prosesnya limbah cair mengalir dan melewati media unggun pasir sehingga akan terakumulasi pada permukaan media dan terkumpul sepanjang kedalaman media yang dilewatinya. Media pasir ini juga mempunyai kemampuan untuk memisahkan partikulat semua ukuran termasuk didalamnya alga, virus dan koloid tanah sehingga bisa menurunkan nilai *turbidity*, TSS dan BOD [7].



Gambar 3. % Penurunan *turbidity*, TSS dan BOD pada tinggi unggun pasir 10 cm.



Gambar 4. % Penurunan *turbidity*, TSS dan BOD pada tinggi unggun pasir 20 cm.



Gambar 5. % Penurunan *turbidity*, TSS dan BOD pada tinggi unggun pasir 30 cm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu *pre-treatment* secara aerob akan mempengaruhi nilai uji parameter limbah domestik karena kemampuan bakteri dalam membentuk flok akan memudahkan pemisahan partikel padat dan air limbah. Didapatkan persen penurunan *turbidity*, BOD dan TSS tertinggi pada waktu *pre-treatment* 6 hari dengan nilai 48,21%; 75,27% dan 52,84%. Selain itu, pada proses *fixed-bed coloumn up-flow*, semakin tinggi unggun pasir dengan waktu sampling *effluent* semakin lama akan mempengaruhi uji parameter limbah domestik. Didapatkan data persen penurunan *turbidity*, BOD dan TSS yang tertinggi pada waktu *pre-treatment* 2 hari, tinggi unggun pasir 30 cm dan waktu sampling *effluent* 30 menit dengan nilai 31,54%; 17,22% dan 45,21%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. C. S. P. Suswati, G. Wibisono, Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*), *Indonesian Green Technology Journal*, vol. 2, no. 2, hal. 70-77, 2013.
- [2] Sugiharto, Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah, Jakarta: UI Press, 1987.
- [3] G. Wibisono, P. Sukowati, Pengelolaan IPAL Komunal Melalui Struktur Kelembagaan Masyarakat Sebagai Bentuk Pengawasan dan Pengendalian Bapedalda Jawa Timur dalam Upaya Pelestarian Fasilitas Penting Bidang Sanitasi, Penelitian Hibah Bersaing, 2010.
- [4] U. N. Mahida, Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri, Jakarta: CV. Rajawali, 1984.
- [5] J. Agustian L. Hermida, Pengolahan Limbah Cair Industri Menggunakan Reaktor UASB, *Sigma*, vol. 4, no. 2, hal. 111-122, 2001.
- [6] Metcalf, Eddy, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, New York: Mc. Graw-Hill, Inc., 1991.
- [7] M. Arsawan, I. W. B. Suyasa, W. Suarna, Pemanfaatan Metode Aerasi dalam Pengolahan Limbah Berminyak, *Ecotrophic*, vol. 2, no. 2, hal. 1-9, 2017.
- [8] M. Selintung, S. Syahrir, Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung), *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik*, vol. 6, hal. TS9 1-10, 2012.