

Research Article

Efektivitas instalasi pengelolaan air limbah komunal program Usri 2014 di Kecamatan Depok Sleman

The Effectiveness of Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) of USRI Program 2014 in Depok District, Sleman Regency

Noor Rosyidah Amini¹, Sarto²

Abstract

Purpose: To analyze the effectiveness of Communal Waste Water Treatment Plant (CWWTP) of the Urban Sanitation and Rural Infrastructure (USRI) Depok District, Sleman Regency, Yogyakarta. **Method:** This study was an observational study, using a cross-sectional design. Five CWWTPs which have the same design capacity were studied. Sampling of wastewater was done by grab sampling method. The quality of wastewater sample, both influent and effluent, were analyzed to get biological oxygen demand (BOD), total suspended solid (TSS), most probable number (MPN) coliform, and MPN E-coli. **Results:** The results showed that all BOD and TSS of WWTPs effluent complied with the WWTP design. Based on The Ministry of Environmental and Forestry Regulation no 68 the year of 2016, the conformity of BOD, TSS, MPN coliform, and MPN E-coli of the WWTPs effluent with the new standard were 80%, 100%, 0%, and 0%, respectively. The effectiveness of WWTP to decrease BOD was between 24.39 and 91.09 %, while that to decrease TSS was between 64.00 and 97.50 %. The effectiveness of WWTP were quit high when WWTP was operated near the design specification. **Conclusion:** The effectiveness of WWTP to treat BOD and TSS were good enough which depended on the operational condition, mainly on the operational capacity. All WWTPs still need to be improved the ability to treat microorganism.

Keywords: Effectiveness, WWTP, operational capacity.

Dikirim:
14 Maret 2018

Diterbitkan:
25 Agustus 2018

¹ Departemen Perilaku Kesehatan, Lingkungan dan Kedokteran Sosial, Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia (noorrosyidahamini@gmail.com)

² Departemen Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada (sarto@ugm.ac.id)

PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi air bersih akan berdampak terhadap peningkatan volume air limbah. Sumber air limbah tidak hanya berasal dari hasil kegiatan industri, tetapi juga berasal dari buangan rumah tangga (domestik) seperti kegiatan dapur, kamar mandi, dan toilet (WC). Pembuangan air limbah tanpa melalui proses pengolahan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan pada berbagai sumber air. Air limbah domestik mengandung beberapa bahan pencemar seperti senyawa organik dan anorganik (nitrat, nitrit, amoniak, lemak, dan lain-lain) serta mikroorganisme patogen penyebab penyakit gastroenteritis dan gangguan infeksi saluran intestinal lainnya.

Pengolahan air limbah domestik dilakukan melalui sistem pengolahan air limbah yang terdiri atas sistem pengolahan air limbah perorangan (septic tank), sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal, maupun IPAL Terpusat. Kecamatan Depok memiliki luas wilayah 35,55 km² dengan jumlah penduduk 188.771 jiwa (1). Sarana IPAL Komunal di Kecamatan Depok tercatat sebanyak 18 IPAL Komunal (2). IPAL tersebut dirancang untuk memenuhi baku mutu air limbah domestik dengan kapasitas dan standar pengoperasian tertentu. Dengan diberlakukannya Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no 68 tahun 2016 (3), dan adanya dinamika penduduk, kemampuan IPAL tersebut untuk memenuhi persyaratan baru masih diragukan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan dan efektivitas IPAL USRI untuk menurunkan BOD, TSS, dan mikroorganisme.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional, menggunakan desain penelitian cross-sectional. Instrumen penelitian yang digunakan berupa panduan SNI, lembar observasi berupa check list mengenai kapasitas IPAL berdasarkan Rencana Kerja Masyarakat (RKM) IPAL. Sasaran pada penelitian ini terdiri atas 2, yaitu bangunan IPAL Komunal dan pengguna IPAL Komunal. Kriteria pemilihan IPAL didasarkan pada tahun pembangunan 2014 dan desain program Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat (SPBM) yang digunakan yaitu Urban Sanitation and Rural Infrastructure (USRI) dengan jumlah 5 IPAL Komunal. IPAL dirancang dengan kapasitas 30 m³/hari (300 jiwa), untuk menurunkan BOD dan TSS masing-masing dari 433 mg/ml menjadi 75 mg/ml dan 350 mg/ml menjadi 75 mg/ml. Sistem IPAL terdiri atas 5 unit yaitu Bak Ekualisasi, Bak Grease Trap & Grit Chamber, bak Settler, Anaerobic Baffled Reactor (ABR), dan Anaerobic Filter. Teknik pengambilan sampel air limbah domestik pada 5 lokasi IPAL Komunal dilakukan melalui cara grab sampling yakni sampel air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. BOD,

TSS, mikroorganisme dalam air limbah dianalisis sesuai standar.

HASIL

Tabel 1 menyajikan data operasional 5 IPAL yang terdiri atas jumlah pengguna, debit, nilai BOD, Nilai TSS, Coliform, dan E-Coli.

Parameter BOD dan TSS efluen semua IPAL masih memenuhi kriteria perancangan yaitu maksimum 75 mg/L. Jika Baku Mutu terbaru yang digunakan, maka TSS efluen semua IPAL memenuhi syarat (maksimum 30 mg/L), sedangkan BOD efluen yang memenuhi syarat (maksimum 30 mg/L) hanya 4 dari 5 IPAL. Adapun untuk parameter mikrobiologis, tidak ada satupun IPAL yang memenuhi syarat. Efektivitas IPAL menurunkan BOD dan TSS dapat dihitung dengan persamaan berikut.

dengan E, Co, dan C berturut-turut sebagai efektivitas, konsentrasi influen, dan konsentrasi efluen.

Tabel 2 menunjukkan efektivitas nilai BOD dan TSS pada masing-masing IPAL. Hasil menunjukkan bahwa

Tabel 1. Kualitas Ifluen dan Efluen Air IPAL

IPAL	Parameter	Satuan	Influen	Efluen
BB	Pengguna	Keluarga	176	
	Debit	m ³ /hari	21,12	
	BOD	mg/L	360,10	32,07
	TSS	mg/L	80	2
	MPN Coliform	MPN/100 ml	-	>1600x10 ² *
	MPN E.Coli	MPN/100ml	-	>1600x10 ² *
KGS	Pengguna	Keluarga	300	
	Debit	m ³ /hari	36	
	BOD	mg/L	123,3	14,43
	TSS	mg/L	64	3
	MPN Coliform	MPN/100 ml	-	>1600x10 ² *
	MPN E.Coli	MPN/100ml	-	920X10 ² *
KS	Pengguna	Keluarga	170	
	Debit	m ³ /hari	20,4	
	BOD	mg/L	116,8	51,54
	TSS	mg/L	48	17
	MPN Coliform	MPN/100ml	-	>1600x10 ² *
	MPN E.coli	MPN/100ml	-	>1600x10 ² *
NB	Pengguna	Keluarga	100	
	Debit	m ³ /hari	12,5	
	BOD	mg/L	67,10	10
	TSS	mg/L	59	2
	MPN Coliform	MPN/100 ml		>1600x10 ² *
	MPN E.Coli	MPN/100ml		>1600x10 ² *
MHB	Pengguna	Keluarga	60	
	Debit	m ³ /hari	7,2	
	BOD	mg/L	37,32	28,14
	TSS	mg/L	17	4
	MPN Coliform	MPN/100 ml	-	>1600x10 ² *
	MPN E.Coli	MPN/100ml	-	>1600x10 ² *

Keterangan: (*) = melebihi baku mutu air limbah domestik; BB = Banyu Bening; KGS = Karanggayam Sehat; KS = Kuningan Sejahtera; NB = Nologaten Bersih; MHB = Mamayu Hayuning Bawono.

Tabel 2. Efektivitas BOD dan TSS

IPAL	Parameter BOD, %	Parameter TSS, %
Banyu Bening	91,09	97,50
Karanggayam Sehat	88,30	95,30
Kuningan Sejahtera	55,90	64,00
Nologaten Bersih	85,10	96,61
Mamayu Hayuning Bawono	24,59	76,47

efektivitas BOD tertinggi adalah 91,09% (sangat efektif) yakni pada IPAL Banyu Bening, sedangkan efektivitas BOD terendah adalah 24,59% (kurang efektif) yakni pada IPAL Mamayu Hayuning Bawono. Hasil juga menunjukkan terdapat 3 IPAL yang sangat efektif (97,50%, 95,30%, 96,60%) dalam mengolah parameter TSS, sedangkan 2 IPAL lainnya efektif (76,47%, 64%) dalam mengolah parameter TSS.

BAHASAN

Sistem IPAL dan Parameter mutu air limbah. Lima unit yang menyusun sistem IPAL dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu unit persiapan dan unit pengolahan. Unit persiapan dimaksudkan untuk menyiapkan air limbah agar proses pengolahan berlangsung dengan baik tetapi tidak dimaksudkan untuk menurunkan parameter mutu air limbah. Ada 2 unit persiapan yaitu Bak ekualisasi dan Bak Grease Trap & Grit Chamber. Bak ekualisasi berfungsi untuk lebih menyeragamkan kualitas dan debit air limbah, sedangkan Bak Grease Trape & Grit Chamber digunakan untuk memisahkan minyak dan lemak serta padatan berukuran relatif besar.

Unit pengolah terdiri atas bak Settler, ABR, dan AF. Bak settler merupakan unit pemisah partikel tersuspensi dari air menggunakan prinsip pengendapan sehingga fungsi utamanya adalah untuk menurunkan padatan tersuspensi (TSS); ABR merupakan reaktor biologis untuk merombak bahan organik oleh bakteri anaerobik menjadi bahan anorganik yang lebih sederhana sehingga menurunkan kadar BOD; dan unit AF mempunyai fungsi serupa dengan ABR tetapi bakteri menempel berbentuk lapisan (film) pada permukaan filter (4). Filter inilah yang kemudian akan ditemplei bakteri aktif untuk menguraikan bahan-bahan organik dengan waktu kontak yang lebih intensif sehingga mampu menurunkan kadar BOD sebesar 85% dan TSS sebesar 90% (5).

Bak settler berfungsi dengan baik mampu mengurangi kadar TSS sebesar 90% (6). Bak ABR mampu menurunkan persentase BOD sebesar 70-95%, sedangkan pada bak AF mampu menurunkan persentase BOD 70-90% (5). Disamping menurunkan kadar TSS, bak settler juga mampu menurunkan BOD antara 25-27% (4). Jumlah pengguna berpengaruh terhadap debit air limbah harian yang dihasilkan karena semakin sedikit jumlah pengguna IPAL maka semakin sedikit debit air limbah harian yang

dihasilkan sehingga akan berpengaruh terhadap sistem IPAL (7).

Kualitas Air Limbah dan Efektivitas IPAL.

Kualitas TSS air limbah efluen semua IPAL sudah memenuhi baku mutu air limbah domestik yaitu kurang dari 30 mg/L. Dari Tabel 2 nampak bahwa Efektivitas penurunan TSS IPAL berbeda, dan jika dikaitkan dengan Tabel 1 nampak bahwa efektivitas sangat dipengaruhi oleh nilai TSS inlet dan debit air limbah. Sesuai dengan definisi efektivitas bahwa semakin tinggi kadar TSS inlet akan cenderung semakin tinggi efektivitasnya. Urutan efektivitas penurunan TSS IPAL dari tinggi adalah BB, NB, KGS, MHB dan KS dengan nilai kadar TSS inlet berturut-turut 80, 59, 64, 17, dan 48 mg/L. Disamping itu, efektivitas pengendapan juga dipengaruhi oleh ukuran partikel di mana air limbah dengan partikel besar akan mudah mengalami proses pengendapan (7).

Ada kejanggalan untuk NB dengan KGS dan MHB dengan KS. Efektivitas NB (96,61%) lebih tinggi daripada KGS (95,30%) dengan kadar TSS inlet NB lebih rendah daripada kadar TSS KGS, demikian halnya antara MHB dan KS. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan debit, yang mempunyai kecenderungan bahwa semakin tinggi debit akan semakin kecil efektivitas penurunan. Dalam hal ini debit NB (12,5 m³/hari) jauh lebih kecil daripada debit KGS (30 m³/hari), demikian juga debit MHB yang jauh lebih kecil daripada debit KS.

Kualitas parameter BOD efluen semua IPAL telah memenuhi perancangan (maksimum 75 mg/L) tetapi ada dua IPAL yang tidak memenuhi baku mutu air limbah (maksimum 30 mg/L) yaitu IPAL BB (32,07 mg/L) dan KS (51,54 mg/L). Proses yang terjadi di dalam ABR dan AF jauh lebih rumit dibandingkan dengan proses yang terjadi pada bak settler, meskipun pengaruh perubahan debit dan kadar inlet terhadap efektivitas sama untuk ABR dan AF dengan bak settler. Urutan efektivitas penurunan BOD IPAL dari besar adalah BB, KGS, NB, KS, dan MHB yang berturut-turut mempunyai kadar BOD inlet 360,1; 123,3; 67,10; 116,8; dan 37,32 mg/L. Kejanggalan terjadi pada IPAL NB dan IPAL KS yaitu kadar BOD inlet IPAL NB (67,1 mg/L) lebih kecil daripada kadar BOD inlet IPAL KS (116,8 mg/L) tetapi efektivitas IPAL NB lebih besar daripada efektivitas KS. Hal ini disebabkan oleh debit IPAL KS (20,4 m³/hari) jauh lebih besar daripada debit IPAL NB (12,5 m³/hari).

Ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi efektivitas ABR dan AF, diantaranya jumlah bakteri, debit air limbah, jenis polutan dalam air limbah, ketersediaan oksigen, pH, suhu, dan adanya bahan beracun. Dari faktor-faktor tersebut, jumlah bakteri di dalam ABR dan AF. Faktor-faktor yang dapat menurunkan jumlah bakteri mencakup kehadiran bahan toksis, kekurangan nutrisi, dan debit yang terlalu tinggi. Nilai BOD yang masih melebihi baku mutu air limbah domestik dapat

disebabkan oleh bak pada sistem IPAL yang tidak berfungsi dengan baik. Kurangnya pemeliharaan dan perawatan IPAL dapat menyebabkan kerusakan pada sistem IPAL. Pengecekan bak sedimentasi setiap bulan sekali, pembersihan bak kontrol dan bak penangkap lemak secara rutin, pembersihan endapan lumpur dan sebagainya akan mempengaruhi kualitas air limbah pada sistem pengolahan IPAL (8).

Jenis bakteri yang umumnya terdapat pada bak anaerob sistem pengolahan air limbah meliputi *E. coli*, *Streptococcus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Clostridium sp* yang berperan dalam mengoksidasi bahan organik seperti BOD dan COD (9). Bakteri anaerob tumbuh optimum pada pH 6,6-7,6 dan suhu 27°C-37°C. Suhu optimum yang dimiliki oleh air limbah akan menjaga bakteri tetap hidup sehingga proses pengolahan air limbah dapat berjalan optimal (10).

Dari debit operasional nampak bahwa hanya IPAL KGS yang beroperasi di atas kapasitasnya tetapi semua BOD dan TSS influen IPAL di bawah nilai desainnya sehingga secara keseluruhan semua IPAL beroperasi di bawah kapasitas desain. Meskipun demikian, kinerja IPAL tidak sebaik yang diharapkan. Kinerja IPAL yang tidak optimal dapat disebabkan oleh aspek manajemen seperti pengambilan sedimen di bak settler, pengecekan jumlah mikroba, dan pencegahan limbah non domestik masuk ke IPAL.

Penambahan parameter mikrobiologi di Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no 68 tahun 2016 diperlukan karena feses manusia mengandung *E. Coli* antara $10^7 - 10^9$ (11), dan beberapa jenis *E. Coli* bersifat patogen yang dapat menyebabkan sejumlah penyakit yang menelan korban 2 juta lebih tiap tahun (12). Meskipun *E. Coli* umumnya berasal dari usus hewan berdarah panas, *E. Coli* juga bisa hidup di lingkungan alami, seperti air, tanah, dan bahkan IPAL (13). Akhir-akhir ini ditemukan bahwa *E. Coli* dapat bertahan lama di lingkungan alami dan bereproduksi di tanah pasir dan sedimen (14).

Tingginya *E. Coli* di efluen semua IPAL menunjukkan bahwa IPAL tersebut merupakan habitat yang sesuai untuk bertahan hidup dan mungkin sesuai untuk berkembang biak. Oleh karena itu, semua IPAL komunal perlu ditambah unit pembasmi *E. Coli*.

SIMPULAN

Efektivitas IPAL untuk menurunkan BOD dan TSS masih cukup bagus yang tergantung pada kondisi operasi, terutama kapasitas operasional. Semua IPAL masih perlu ditingkatkan kemampuannya untuk menurunkan kandungan mikroorganisme. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan mengenai pengelolaan IPAL khususnya terkait kondisi influen dan kondisi IPAL, seperti jumlah sedimen dan bakteri di ABR dan Anaerobik Filter.

Abstrak

Tujuan: Untuk menganalisis efektifitas IPAL Komunal di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman DIY. **Metode:** Penelitian ini adalah penelitian observasional, menggunakan desain cross-sectional. Lima IPAL dengan jenis dan kapasitas desain yang sama dipelajari. Sampel diambil dengan metode grab sampling. Sampel influen dan efluen dianalisis untuk mendapatkan kadar BOD, TSS, Coliform dan *E. Coli*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa efluen semua IPAL masih sesuai dengan desainnya. Berdasarkan PerMEN LHK no 68 tahun 2016, pemenuhan BOD, TSS, MPN Coliform, dan MPN *E. Coli* IPAL dengan standar baru tersebut berturut-turut 80, 100, 0 dan 0%. Efektivitas IPAL untuk menurunkan BOD antara 24,39 dan 91,09%, sementara efektivitas untuk menurunkan TSS antara 64,00 dan 97,50%. Efektivitas IPAL akan tinggi ketika IPAL dioperasikan dekat dengan spesifikasi desain. **Simpulan:** Efektivitas IPAL untuk menurunkan BOD dan TSS masih cukup bagus yang tergantung pada kondisi operasi, terutama pada kapasitas operasi. Semua IPAL masih perlu ditingkatkan kemampuannya untuk menurunkan kandungan mikroorganisme.

Keyword: efektivitas; IPAL Komunal; kapasitas operasi

PUSTAKA

1. Sleman BPS. Sleman Dalam Angka. Sleman: BPS Sleman; 2017.
2. Dinas Lingkungan Hidup, Buku data IKPLHD DIY. Yogyakarta; 2017.
3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia no 68 tahun 2016, Baku Mutu Air Limbah Domestik, Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016
4. Kementerian Pekerjaan Umum. Program Sanitasi Masyarakat Program Urban Sanitation and Rural Infrastructure (USRI) Tahun 2014. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum; 2014.
5. Gutterer, B., Sasse, L., Panzerbieter, T., Reckerzugel T. Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. Germany: WEDC, Loughborough University; 2009.
6. Sundstorm, Donald W., Klei HE. Wastewater Treatment. USA: Prentice Hall Inc.; 1979.
7. Sugiharto. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: UI Press; 1987
8. Nafi'ah BA. Implementasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal : Model Tata Kelola Lingkungan Deliberatif Dalam Good Environmental Governance Di Kota Blitar. J Kebijakan dan Manajemen Publik. 2015;Volume 3, .
9. Hermanus, M., Polill, B., Mandey L. Pengaruh Perlakuan Aerob dan Anaerob Terhadap Variabel BOD, COD, pH, dan Bakteri Dominan Limbah Industri Desiccated Coconut PT. Global Coconut Radey, Minahasa Selatan. J Ilmu dan Teknol Pangan. 2015;3, Nomor 2:48–59.
10. Waluyo L. Mikrobiologi Umum. Malang: UMM Press; 2004.
11. Tenaillon, O., Skurnik, D., Picard, B. and Denamur, E. (2010) The population genetics of commensal *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol* 8, 207–217.
12. Kaper, J.B., Nataro, J.P. and Mobley, H.L.T. (2004) Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol* 2, 123–140.
13. Baquero, F., Martinez, J.-L. and Canton, R. (2008) Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Curr Opin Biotechnol* 19, 260–265.
14. Ishii, S. and Sadowsky, M.J. (2009) Applications of the rep PCR DNA fingerprinting technique to study microbial diversity, ecology and evolution. *Environ Microbiol* 11, 733–740.