

# Produksi Bersih Pengolahan Limbah Cair Menggunakan *Decanter* pada PT Aetra Air Jakarta

## Clean Production of Liquid Waste Treatment Using *Decanter* at Aetra Air Jakarta

TATAN SUKWIKA\* DAN SAID AZMI MUHAMMAD

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta  
Jl. Prof.Dr. Soepomo No.84, Jakarta 12870  
Email: tatan.swk@gmail.com

### ABSTRACT

*Clean water process production by PT Aetra Air Jakarta (AAJ) emits a lot of wastewater. All this time, a sludge drying bed is used for its production activities, where the sludge produced is not proportional to the area and length of drying time, so the unsatisfied sludge is eventually dumped into the water body. In line with the need to improve the quality of operational activities, clean water service providers are trying to create zero waste. They are environmentally friendly through the use of a decanter. The research objective was to determine the amount of sludge treated in the wastewater treatment process and measure water removal efficiency in sludge using a decanter. Methods of data collection through observation and testing of wastewater treatment using a decanter. The decanter treatment process starts from taking the sludge sample before it is processed; the sludge treatment process begins entering the decanter until the sludge is finished processing. The results showed that the average volume of sludge was 24.84 m<sup>3</sup>, and the water removal efficiency was between 89–91%. The conclusion is that the set inflow rate is directly proportional to TSS while the efficiency of TSS water removal in the sludge is smaller so that the use of a decanter is greater. It recommended that the residual processing sludge be used as raw material for fertilizer production. The Pb and Zn content in the sludge does not exceed the quality standard..*

**Keywords:** *decanter, clean production, TSS, sludge volume*

### ABSTRAK

Air bersih yang diproduksi oleh PT Aetra Air Jakarta (AAJ) mengeluarkan banyak limbah cair. Selama ini, kegiatan produksinya digunakan *sludge drying bed*, dimana lumpur yang dihasilkan tidak sebanding dengan luas dan lamanya waktu pengeringan, sehingga lumpur yang tidak tertampung akhirnya terbuang ke badan air. Seiring kebutuhan perbaikan kualitas kegiatan operasional, penyedia layanan air bersih berupaya menciptakan *zero waste* dan ramah lingkungan melalui penggunaan *decanter*. Tujuan penelitian menentukan jumlah lumpur yang diolah pada proses pengolahan limbah cair dan mengukur efisiensi penyisihan air pada limbah lumpur menggunakan alat *decanter*. Metode pengumpulan data melalui pengamatan dan pengujian pengolahan limbah cair menggunakan *decanter*. Proses pengolahan *decanter* dimulai dari pengambilan sampel lumpur sebelum diolah, proses pengolahan lumpur dari awal masuk ke *decanter* sampai lumpur selesai diolah. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata volume lumpur sebesar 24,84 m<sup>3</sup>, dan efisiensi penyisihan air antara 89–91%. Kesimpulannya adalah *set inflow rate* berbanding lurus dengan TSS sedangkan efisiensi penyisihan air TSS pada limbah lumpur semakin kecil sehingga penggunaan *decanter* menjadi lebih besar. Direkomendasikan agar lumpur sisa pengolahan dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk dengan syarat kandungan Pb dan Zn dalam lumpur tidak melebihi baku mutu.

**Kata kunci:** *decanter, produksi bersih, TSS, volume lumpur*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perseroan Terbatas (PT) Aetra Air Jakarta (AAJ) adalah perusahaan daerah air minum untuk melayani kebutuhan air di daerah Jakarta. Perusahaan AAJ telah melakukan

pengembangan dan pengelolaan produksi dan distribusi air bersih di wilayah bagian timur Jakarta. Perusahaan mengambil sumber air baku dari waduk Jatiluhur yang disalurkan melalui saluran Tarum Barat. Jarak antara waduk Jatiluhur ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) Buaran mencapai 77 km sementara ke

IPA Pulo Gadung mencapai 85 km dimana terdapat empat lintasan dengan sungai-sungai Jambe, Cibeet, Cikarang, dan Bekasi.

Semakin meningkatnya jumlah penduduk berimplikasi pula pada peningkatan kebutuhan air. Tingginya peningkatan produksi air bersih di AAJ tentunya diikuti pula meningkatnya limbah yang dihasilkan, salah satunya adalah limbah cair. Selama ini perusahaan AAJ menggunakan *sludge drying bed* (SDB), yang dipakai untuk pengolahan lumpur dengan sistem pengeringan berfungsi mengurangi kadar air dan volume lumpur<sup>(1)</sup>. Proses pengeringan limbah lumpur dengan SDB cenderung dibutuhkan waktu yang sangat lama. Di lain sisi, lumpur yang dihasilkan tidak sebanding dengan luas dan lamanya waktu pengeringan dengan SDB, sehingga lumpur yang tidak tertampung akhirnya terbuang ke badan air<sup>(2)</sup>.

Ketika kesadaran lingkungan ditingkatkan dan peraturan yang lebih ketat terkait dengan perawatan lumpur *water treatment plant* (WTP) muncul, teknologi yang bertujuan untuk mengeringkan lumpur untuk memfasilitasi pengolahan dan pembuangannya menjadi semakin penting<sup>(3)</sup>. Seiring kebutuhan perbaikan kualitas kegiatan operasional, AAJ berkomitmen menciptakan perusahaan penyedia layanan air bersih yang *zero waste* dan ramah lingkungan. Maka dari itu, diterapkanlah konsep produksi bersih di lingkungan kerja AAJ. Konsep produksi bersih di AAJ melalui penggunaan *decanter* sebagai alat pengolahan limbah cair sisa produksi yaitu lumpur. Alat *decanter* digunakan untuk memisahkan *liquid* dengan prinsip perbedaan densitas dan kelarutan yang rendah. *Decanter* menghasilkan lumpur berkadar air tinggi dengan sedimen halus dan karakteristiknya bergantung pada faktor yang berbeda, seperti jenis dan kualitas air mentah, produk kimia yang digunakan dalam sistem pengolahan, dan kondisi operasional WTP<sup>(4)</sup>. Pada dasarnya prinsip kerja *decanter* hampir sama dengan *sludge separator*, hanya saja *sludge* yang telah dipisahkan dari minyak yang masih terkandung dalam bentuk padatan *solid*, sedangkan untuk *sludge separator* masih berbentuk cairan *liquid* yang langsung dialirkan ke proses selanjutnya<sup>(5)</sup>. Untuk mengolah limbah lumpur yang dihasilkan dari proses produksi, AAJ telah memiliki dua alat yaitu *decanter* dan SDB. Inovasi yang dilakukan AAJ tentunya sejalan dengan peraturan terkait baku mutu limbah cair<sup>(6,7)</sup>, pembuangan limbah cair<sup>(8)</sup>, dan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air<sup>(9)</sup>.

Produksi bersih menjadi suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat pencegahan untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan<sup>(10,11)</sup>. Penerapan

produksi bersih ini lebih diarahkan kepada efisiensi produksi dan pengurangan limbah yang dihasilkan<sup>(12)</sup>. Peningkatan sistem operasi di AAJ dapat terlihat dari sejauh mana implementasi produksi bersih pada pengolahan limbah cair yang dihasilkan selama ini. Dari uraian diatas, maka dirasa penting dilakukan kajian terhadap pelaksanaan produksi bersih pada pengolahan limbah cair oleh AAJ melalui pendekatan teknik-teknik daur ulang dan substitusi bahan baku menggunakan *decanter*. Tujuan penelitian ini untuk menentukan jumlah lumpur yang dapat diolah pada proses pengolahan limbah cair dengan menggunakan alat *decanter* dan mengukur efisiensi penyisihan air pada limbah lumpur alat *decanter*.

## 2. BAHAN DAN METODE

Bahan koagulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium sulfat cair, Aluminium Chloro Hydrate (ACH), dan koagulan organik. Adapun alat yang digunakan adalah *decanter*. Pengumpulan data lapangan melalui pengamatan dan pengujian pengolahan limbah cair menggunakan *decanter*. Secara lebih spesifik, data yang diperoleh dari sumber primer dan sekunder. Data primer diambil dari hasil pengamatan proses pengolahan *decanter* dimulai dari pengambilan sampel lumpur sebelum diolah, melihat karakteristik lumpur dan proses pengolahan lumpur dari awal masuk ke *decanter* sampai lumpur selesai diolah. Data sekunder diperoleh dari laboratorium IPA Aetra Buaran dan juga *manual operation handbook* IPA Buaran, aliran proses produksi, volume *input-output* serta produk samping yang pernah dihasilkan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2019. Lokasi penelitian ini dilaksanakan di PT. Aetra Air Jakarta Jalan Raya Kalimalang Nomor 89 Jakarta Timur 13450 IPA Buaran. Peta dan denah lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Aktivitas pengolahan produksi air bersih oleh Perusahaan AAJ dimulai dari pengambilan air baku hingga aktivitas proses pengolahan limbah cairnya. Proses pengolahan air bersih di perusahaan ini terdiri atas (Gambar 2): (a) *Intake*. Unit *intake* pada IPA Buaran berfungsi sebagai pintu masuk air baku yang terdiri dari unit-unit penyaring sampah yaitu *coarse screen* dan *fine screen* yang berperan penting meminimalisasi sampah yang akan masuk unit pengolahan sehingga tidak mengganggu proses pengolahan di unit pulsator; (b) *Bak Mixing Well*. Air baku mengalir dari unit *intake* masuk ke unit *mixing basin* secara gravitasi karena adanya faktor perbedaan elevasi. Pada unit ini dilakukan proses pembubuhan koagulan dan proses pengadukan mekanis untuk membantu proses

koagulasi; (c) Bak *Pulsator*. Bak ini berfungsi untuk memisahkan lumpur dengan air, perusahaan ini memiliki 8 bak pulsator; (d) Bak Filter. Bak ini berfungsi untuk menyaring air dengan menggunakan media pasir. Untuk bak filter ini dilakukan pencucian 3 hari sekali agar memaksimalkan penyaringan dan untuk bak filter ini terdapat 32 bak; dan (e) Bak Air Kotor. Bak air kotor berfungsi untuk mengumpulkan, mengendapkan, dan membuang bahan buangan hasil dari proses pengolahan air yang berasal dari air *drain* pulsator dan juga *backwash* filter.

Metode pengukuran jumlah atau kuantitas lumpur yang bisa diolah menggunakan *decanter* yaitu:

$$\text{Volume lumpur} = \frac{Q \text{ air baku} \times \text{volume sludge}}{\dots\dots\dots} \quad (1)$$

Keterangan

- Q air baku : Debit air baku (m<sup>3</sup>/jam)
- Volume *sludge* : Volume lumpur yang terendapkan (ml *sludge* / ml air baku)

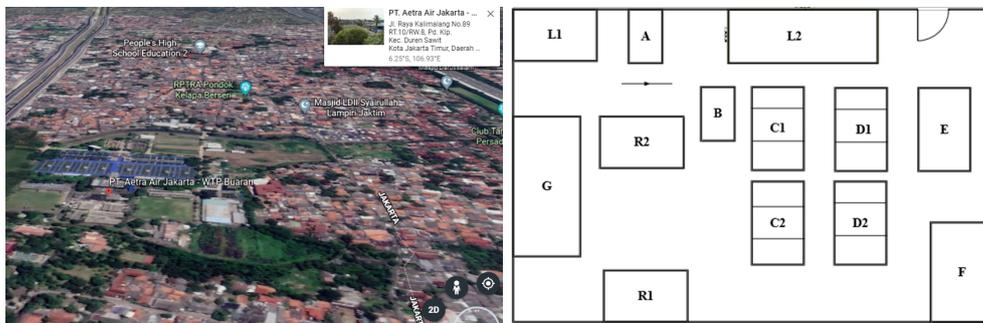
Penentuan volume *sludge* tergantung dari kondisi *turbidity* air baku. Untuk mengetahui efisiensi penyisihan air yang terkandung dalam limbah cair lumpur dihitung dengan rumus berikut:

Efisiensi Penyisihan =

$$\frac{\text{Volume input} - \text{output}}{\text{Volume input}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan

- Volume *input* : Volume limbah cair lumpur yang masuk ke *Decanter* (m<sup>3</sup>/jam)
- Volume *output* : Volume air yang tersisihkan pada pengolahan *Decanter*



Gambar 1. (a) Peta lokasi; (b) Denah Area PT Aetra Air Jakarta

Keterangan: A=intake; B=bak *mixing*; C1 dan C2=bak *pulsator*; D1 dan D2=bak *filter*; F=*decanter* E=bak air kotor; G=gedung kantor; R1 dan R2=*reservoir*; L1 dan L2=lapangan



(a) (b)



(c) (d)

Gambar 2. (a) *Intake*; (b) Bak *mixing well*; (c) Bak *pulsator*; (d) Bak filter

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

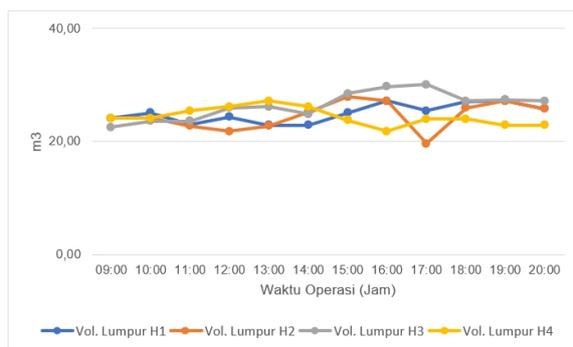
#### 3.1 Penentuan Jumlah Lumpur

Penentuan jumlah lumpur dilakukan melalui pengamatan langsung secara parsial yaitu dua kali pada hari kerja dan dua kali pada hari libur. Penentuan ini dilakukan secara sengaja untuk melihat tren jumlah lumpur yang dihasilkan di kedua waktu tersebut. Pengolahan lumpur menggunakan *decanter* dapat memudahkan dalam memperoleh data jumlah lumpur yang dihasilkan dengan memperhatikan hal berikut: (a) *Set inflow rate*. Data ini didapat dari melihat langsung alat pengukur *flow* yang terdapat pada pengolahan *decanter*; (b) *Total suspended solid* (TSS). Data ini didapat dengan mengambil sampel lumpur dengan *beaker glass* lalu ditimbang, untuk mengetahui berapa TSS adalah dengan mengurangi lumpur dalam *beaker glass* dengan berat *beaker glass* sebelum diisi lumpur; (c) *Volume sludge*. Data ini diperoleh dengan perkalian *set inflow rate* dengan kadar TSS kemudian dibagi dengan 100.

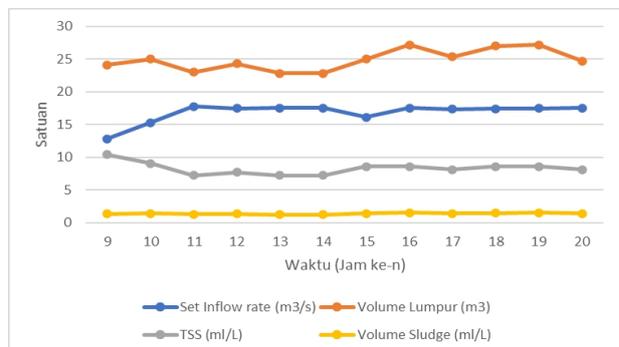
Pengkondisian materi tersuspensi dan koloid dilakukan dengan penambahan koagulan atau zat kimia sebagai persiapan proses lanjutan yaitu pembentukan partikel-partikel dengan ukuran yang lebih besar (*flokulasi*)<sup>(13)</sup>. Jenis koagulan yang ditambahkan adalah aluminium sulfat cair, Aluminium Chloro Hydrate (ACH), dan koagulan organik. Pendosisan zat koagulan dilakukan sebagai pengikat partikel-partikel halus yang terdapat dalam air baku sehingga lebih mudah dipisahkan melalui proses penjernihan dan penyaringan<sup>(14)</sup>. Standar penentuan pendosisan koagulan yang optimum di lokasi penelitian pada *turbidity* air baku antara 150–1500 NTU, selengkapnya tersaji pada Tabel 1<sup>(15,16)</sup>. Pada kondisi dosis optimum air *backwash* dapat di-reuse ke dalam air baku<sup>(17)</sup>. Berdasarkan pengamatan diketahui ada dua kejadian tahapan koagulasi, pertama terjadi di sekitar *rapid mixer* dan tahap kedua pada terjunan *hydraulis* menuju pipa *inlet pulsator*.

Tabel 1. Penentuan pendosisan koagulan

Turbidity Air Baku (NTU)	Dosis Coagulant dan Flocculant		
	Alumunium Cair (ppm)	ACH (ppm)	Koagulan Organik (ppm)
<50	35	0	0,05
50–100	40	0	0,10
100–150	45	0	0,15
151–200	50	0	0,15
201–500	50	7,5–8	0,20
500–750	0	8–8,5	1,00
750–1000	0	9–9,5	1,00
1000–1500	0	10–10,5	1,20
1500–2000	0	11–11,5	1,50
2000–3000	0	12–12,5	1,80
3000–4000	0	13–13,5	2,00
4000–6000	0	14–14,5	2,20
6000–9000	0	15	2,50
9000–12000	0	16	3,00
>12000	0	18	3,50



(a)



(b)

Gambar 3. Hasil pengoperasian *decanter*: (a) volume lumpur; (b) grafik nilai TSS

#### 3.2 Penentuan VolumeLumpur

Untuk mengetahui jumlah lumpur digunakan rumus perhitungan dimana standar debit air

baku yang dipergunakannya adalah 6400 L/s. Sesuai hasil perhitungan pada Gambar 3, diketahui bahwa volume lumpur terbesar terjadi pada jam 17:00 (Pengamatan III) dan volume

lumpur terkecil di jam 17:00 (Pengamatan II). Adapun rata-rata volume selama empat hari pengamatan dan 48 jam adalah sebesar 25,05 m<sup>3</sup>. Secara rata-rata, ketebalan lumpur 20 cm memiliki hasil efisiensi penyisihan paling tinggi yaitu 90–95% untuk penyisihan TSS<sup>(1)</sup>. Semakin tinggi ketebalan lumpur yang masuk berpengaruh pada besarnya penyisihan filtrat yang dihasilkan. Secara grafik, kondisi naik turunnya nilai TSS (*Total suspended solid*) disajikan pada Gambar 3. Jumlah lumpur dari pengolahan *decanter* berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa *set inflow rate* berbanding lurus dengan TSS. Artinya, jika *set inflow rate* dan TSS tinggi maka volume lumpur yang dihasilkan besar, begitu pula sebaliknya jika *set inflow rate* rendah tetapi TSS tinggi maka volume lumpur yang dihasilkan kecil. Secara rata-rata, volume lumpur terbesar terjadi pada bukan hari kerja.

Berikut adalah contoh perhitungan volume lumpur.

- a. Perhitungan Volume Lumpur Jam 11:00 Pengamatan I  
 Q air baku = 6400 L/s = 18000 m<sup>3</sup>/jam  
 Volume sludge = 1,28 ml/L  
 Volume lumpur =  $\left(\frac{18000 \text{ m}^3}{\text{jam}} \times \frac{1,24 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}\right) = 23,04 \text{ m}^3$
- b. Perhitungan volume lumpur rata-rata Q air baku (Pengamatan I selama 12 jam) = 6400 L/s = 18000 m<sup>3</sup>/jam Volume Sludge = 1,39 ml/L  
 Volume lumpur =  $\left(\frac{18000 \text{ m}^3}{\text{jam}} \times \frac{1,39 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}\right) = 24,98 \text{ m}^3$

### 3.3 Efisiensi Penyisihan Air

Perhitungan penyisihan air volume *input* diperoleh dari perhitungan sebelumnya yaitu perhitungan volume lumpur, sedangkan untuk

penentuan volume *output* diperoleh dari debit hasil perkalian dengan TSS. Total padatan tersuspensi (TSS) adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada filter dengan ukuran partikel maksimum 2,0 μm dan dapat mengendap<sup>(18)</sup>. Setelah diperoleh volume *input* dan *output* nya kemudian dihitung nilai efisiensi penyisihan. Hasil penentuan efisiensi penyisihan air diketahui bahwa semakin kecil TSS pada limbah lumpur maka penyisihan air saat pengolahan menggunakan *decanter* akan semakin besar<sup>(1)</sup>. Artinya, efisiensi penyisihan air tertinggi pada saat kandungan TSS pada lumpur kecil, begitu pula sebaliknya pada saat kandungan TSS tinggi maka efisiensi penyisihan air kecil. Berdasarkan hasil perlakuan empat hari, kisaran proporsi efisiensi penyisihan antara 89–91%. Data pengoperasian *decanter* penghasil volume lumpur untuk penentuan efisiensi penyisihan air disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Adapun contoh penggunaan formula penentuan efisiensi penyisihan air sebagai berikut:

- a. Perhitungan volume lumpur jam 11:00 Pengamatan I  
 Debit = 6400 m<sup>3</sup>/s  
 TSS = 7,23 ml/L  
 Volume *input* = 23,04 m<sup>3</sup>  
 Volume *output* = 1,60 m<sup>3</sup>  
 Efisiensi Penyisihan:  $\left(\frac{23,04 - 1,60}{23,04} \times 100\%\right) = 93\%$
- b. Perhitungan volume lumpur jam 20:00 Pengamatan IV  
 Debit = 6400 m<sup>3</sup>/s  
 TSS = 10,89 ml/L  
 Volume *input* = 22,86 m<sup>3</sup>  
 Volume *output* = 2,50 m<sup>3</sup>  
 Efisiensi Penyisihan:  $\left(\frac{22,86 - 2,50}{22,86} \times 100\%\right) = 89\%$

Tabel 2. Hasil pengoperasian *decanter*: efisiensi penyisihan (pengamatan I)

Jam Peng-operasian	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Set Inflow rate (m <sup>3</sup> /jam)	TSS (ml/L)	Volume Sludge (ml/L)	Volume Input (m <sup>3</sup> )	Volume Output (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)
09:00	6400	12,85	10,43	1,34	24,12	2,40	90,05
10:00	6400	15,31	9,07	1,39	25,02	2,00	92,01
11:00	6400	17,75	7,23	1,28	23,04	1,60	93,06
12:00	6400	17,51	7,69	1,35	24,30	1,70	93,00
13:00	6400	17,53	7,23	1,27	22,86	1,60	93,00
14:00	6400	17,52	7,23	1,27	22,86	1,60	93,00
15:00	6400	16,15	8,61	1,39	25,02	1,90	92,41
16:00	6400	17,55	8,61	1,51	27,18	1,90	93,01
17:00	6400	17,35	8,15	1,41	25,38	1,80	92,91
18:00	6400	17,45	8,61	1,50	27,00	1,90	92,96
19:00	6400	17,51	8,61	1,51	27,18	1,90	93,01
20:00	6400	17,56	8,15	1,43	25,74	1,80	93,01
<b>Pengamatan 1 Rataan</b>		<b>16,84</b>	<b>8,30</b>	<b>1,39</b>	<b>24,98</b>	<b>1,84</b>	<b>93%</b>

Tabel 3. Hasil pengoperasian *decanter*: efisiensi penyisihan (pengamatan II)

Jam Peng-operasian	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Set Inflow rate (m <sup>3</sup> /jam)	TSS (ml/L)	Volume Sludge (ml/L)	Volume Input (m <sup>3</sup> )	Volume Output (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)
09:00	6400	16,50	8,15	1,34	24,12	1,80	92,54
10:00	6400	16,52	8,15	1,34	24,12	1,80	92,54
11:00	6400	16,33	7,69	1,26	22,68	1,70	92,50
12:00	6400	16,75	7,23	1,21	21,78	1,60	92,65
13:00	6400	11,61	10,87	1,26	22,68	2,50	88,98
14:00	6400	15,45	9,07	1,40	25,20	2,00	92,06
15:00	6400	17,08	9,07	1,55	27,90	2,00	92,83
16:00	6400	17,55	8,61	1,51	27,18	1,90	93,01
17:00	6400	17,23	6,30	1,09	19,62	1,40	92,86
18:00	6400	15,13	9,52	1,44	25,92	2,10	91,90
19:00	6400	17,51	8,61	1,51	27,18	1,90	93,01
20:00	6400	17,56	8,15	1,43	25,74	1,80	93,01
<b>Pengamatan 2 Rataan</b>		<b>16,27</b>	<b>8,45</b>	<b>1,36</b>	<b>24,51</b>	<b>1,88</b>	<b>92%</b>

Tabel 4. Hasil pengoperasian *decanter*: efisiensi penyisihan (pengamatan III)

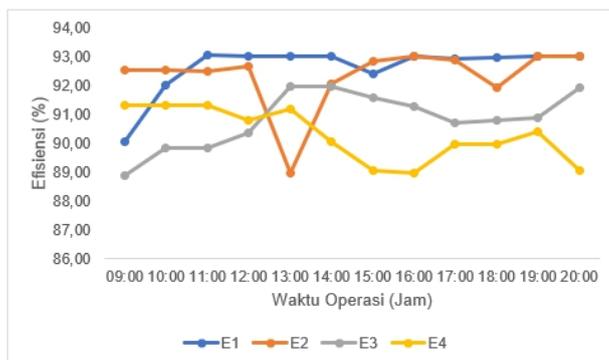
Jam Peng-operasian	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Set Inflow rate (m <sup>3</sup> /jam)	TSS (ml/L)	Volume Sludge (ml/L)	Volume Input (m <sup>3</sup> )	Volume Output (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)
09:00	6400	11,53	10,87	1,25	22,50	2,50	88,89
10:00	6400	12,57	10,43	1,31	23,58	2,40	89,82
11:00	6400	12,55	10,43	1,31	23,58	2,40	89,82
12:00	6400	13,24	10,87	1,44	25,92	2,50	90,35
13:00	6400	15,22	9,52	1,45	26,10	2,10	91,95
14:00	6400	15,23	9,07	1,38	24,84	2,00	91,95
15:00	6400	15,13	10,43	1,58	28,44	2,40	91,56
16:00	6400	14,54	11,32	1,65	29,70	2,60	91,25
17:00	6400	13,67	12,21	1,67	30,06	2,80	90,69
18:00	6400	13,97	10,87	1,51	27,18	2,50	90,80
19:00	6400	13,89	10,87	1,52	27,36	2,50	90,86
20:00	6400	15,27	9,98	1,51	27,18	2,20	91,91
<b>Pengamatan 3 Rataan</b>		<b>13,90</b>	<b>10,57</b>	<b>1,47</b>	<b>26,37</b>	<b>2,41</b>	<b>91%</b>

Tabel 5. Hasil pengoperasian *decanter*: efisiensi penyisihan (pengamatan IV)

Jam Peng-operasian	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Set Inflow rate (m <sup>3</sup> /jam)	TSS (ml/L)	Volume Sludge (ml/L)	Volume Input (m <sup>3</sup> )	Volume Output (m <sup>3</sup> )	Efisiensi (%)
09:00	6400	14,05	9,52	1,34	24,12	2,10	91,29
10:00	6400	14,05	9,52	1,34	24,12	2,10	91,29
11:00	6400	14,10	9,98	1,41	25,38	2,20	91,33
12:00	6400	13,92	10,43	1,45	26,10	2,40	90,80
13:00	6400	14,51	10,43	1,51	27,18	2,40	91,17
14:00	6400	12,80	11,32	1,45	26,10	2,60	90,04
15:00	6400	11,62	11,32	1,32	23,76	2,60	89,06
16:00	6400	11,58	10,43	1,21	21,78	2,40	88,98
17:00	6400	12,73	10,43	1,33	23,94	2,40	89,97
18:00	6400	12,75	10,43	1,33	23,94	2,40	89,97
19:00	6400	12,75	9,98	1,27	22,86	2,20	90,38
20:00	6400	11,65	10,87	1,27	22,86	2,50	89,06
<b>Pengamatan 4 Rataan</b>		<b>13,04</b>	<b>10,39</b>	<b>1,35</b>	<b>24,35</b>	<b>2,36</b>	<b>90%</b>

Efisiensi penyisihan air adalah volume air yang dapat disisihkan dari limbah lumpur dengan menggunakan *decanter*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa persen penyisihan dalam sekali pengoperasian selama satu jam. Gambar 4 menunjukkan kondisi efisiensi penyisihan air lumpur yang diperoleh selama empat kali ulangan pengamatan. Air yang dihasilkan dari sisa pengolahan *decanter*

dialirkan ke bak penampungan sementara, kemudian air dipompakan kembali ke proses produksi yang siap digunakan sebagai tambahan pasokan air baku. Air baku dipompakan langsung ke dalam bak *mixing* sementara lumpur yang dihasilkan dari *decanter* ditampung di tempat penampungan akhir. Kondisi fisik alat *decanter* dan bak air kotor milik AAJ tersaji pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik efisiensi penyisihan air lumpur (pengamatan I,II,III,IV)



Gambar 5. (a) Alat *decanter*; (b) Bak air kotor

Berdasarkan Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5, dapat dilihat bahwa rata-rata efisiensi penyisihan air pada lumpur paling besar adalah 93% pada Pengamatan I. Dengan *decanter*, rata-rata dengan waktu 6 jam operasi sudah mampu menyisihkan kandungan zat organik secara optimal<sup>(19)</sup>, sedangkan nilai efisiensi penyisihan air paling kecil sebesar 90% pada pengamatan IV. Perbedaan nilai efisiensi tersebut dikarena oleh faktor ketebalan lumpur. Pada pengamatan ini diketahui hasil pengolahan yang paling optimal dimiliki oleh *decanter* dengan durasi waktu aerasi selama 12 jam dengan persentase pembebanan 100%. Besarnya efisiensi penyisihan air lumpur ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Elmolla *et al.* (2012)<sup>(20)</sup> pada pengolahan air limbah domestik menggunakan *sequencing batch reactor* (SBR). Kemiripan hasil menggunakan *membrane bioreactor* (MBR) juga diperlihatkan pada kajian pengolahan air limbah rumah sakit<sup>(21)</sup>.

Temuan penting dari penelitian ini diketahui bahwa volume lumpur hasil pengolahan *decanter* hanya ditampung di tempat penampungan akhir tidak seperti air sisa penyisihan lumpur yang digunakan kembali sebagai pasokan air baku produksi. Adapun implikasi manajerialnya adalah lumpur sisa pengolahan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk dengan syarat kandungan Pb dan Zn dalam lumpur tidak melebihi baku mutu<sup>(22,23)</sup>. Misalnya, pembuatan pupuk dapat digunakan dengan mencampurkan lumpur tersebut dengan jerami, kotoran sapi dan juga bisa menggunakan bakteri probio. Oleh karena itu, untuk mendukung hal tersebut diatas, perlu dilakukan riset lebih lanjut mengenai pembuatan pupuk dari hasil limbah lumpur hasil pengolahan *decanter* tersebut. Dari hasil analisis antara lumpur cair, kental dan padat dapat diketahui bahwa lumpur padat memiliki kadar air dan kandungan logam berat (Pb) paling rendah, sehingga lebih cocok sebagai bahan baku kompos<sup>(24)</sup>.

#### 4. KESIMPULAN

Jumlah lumpur dari pengolahan *decanter* berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa *set inflow rate* berbanding lurus dengan TSS terhadap volume lumpur yang dihasilkan. Hasil penentuan efisiensi penyisihan air diketahui bahwa semakin kecil TSS terhadap limbah lumpur maka efisiensi penyisihan air saat pengolahan menggunakan *decanter* akan semakin besar. Didasarkan pada hasil pengamatan selama empat hari diketahui bahwa kisaran efisiensi penyisihan air yang dilakukan oleh PT Aetra Air Jakarta menggunakan *decanter* antara 89% sampai dengan 93%. Pendekatan produksi bersih dengan *decanter* memiliki potensi besar digunakan untuk pengolahan lumpur berdampak rendah dan berkelanjutan.

#### PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada ibu Dr. Ninin Gusdini, ST, MT., dan segenap staf di lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta yang telah banyak membantu dan mendukung pada kegiatan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Alrhoun, M. (2014). Hospital wastewaters treatment: upgrading water systems plans and impact on purifying biomass. Université de Limoges, France.
2. Anggraeni, D., Sutanahaji, A. T., & Rahadi, B. (2014). Pengaruh volume lumpur aktif dengan proses kontak stabilisasi pada efektivitas pengolahan air limbah industri pengolahan ikan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(3), 6-12.
3. APHA. (2005). *Standard method: The examination of water and wastewater* (21st ed.). Washington: American Public Health Association.
4. Ardila, M. A. A., de Souza, S. T., da Silva, J. L., Valentin, C. A., & Dantas, A. D. B. (2020). Geotextile tube dewatering performance assessment: An experimental study of sludge dewatering generated at a water treatment plant. *Sustainability*, 12(19), 1-22.
5. Az-Zahra, S. (2014). Karakteristik kualitas air baku dan lumpur sebagai dasar perencanaan instalasi pengolahan lumpur IPA badak singa PDAM tirtawening kota Bandung. *Jurnal Reka Lingkungan*, 2(2), 93-102.
6. Billah, A., Techato, K., & Taweepreda, W. (2020). Energy conversion from wastewater sewage sludge. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, e2491.
7. Budi, A. (2012). Pemanfaatan limbah lumpur WTP PT Krakatau tirta industri sebagai bahan baku kompos. (Skripsi), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
8. Cahyadi, D. (2016). Pemanfaatan limbah lumpur (sludge) wastewater treatment plant PT. X sebagai bahan baku kompos. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 5(1), 31-36.
9. Dantas, A. D. B., & Voltan, P. E. N. (2017). *Water treatment methods and techniques* (3rd ed.). São Carlos, Brazil: LDiBe.
10. Eksen, R. (2014). Penentuan kehilangan minyak mentah (CPO) pada limbah padat decanter di pabrik kelapa sawit PT Socfindo. (Skripsi), Universitas Sumatra Utara, Medan.
11. Elmolla, E. S., Ramdass, N., & Malay, C. (2012). Optimization of sequencing batch reactor operating conditions for treatment of high-strength pharmaceutical wastewater. *Journal of Environmental Science and Technology*, 5(6), 452-459. doi:10.3923/jest.2012.452.459
12. EPA. (2002). *Water treatment manuals: Coagulation, flocculation and clarification*. Wexford, Ireland: Environmental Protection Agency.
13. Haque, E. A. (2017). Pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem lumpur aktif model SBR skala laboratorium. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
14. Howe, K. J., Hand, D. W., Crittenden, J. C., Trussell, R. R., & Tchobanoglous, G. (2012). *Principle of water treatment*. New Jersey: John Wiley & Sons.
15. Hu, G., Feng, H., He, P., Li, J., Hewage, K., & Sadiq, R. (2020). Comparative life-cycle assessment of traditional and emerging oily sludge treatment approaches. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119594.
16. Junita, N. (2011). Pengaruh kadar air umpan decanter terhadap pembentukan emulsi pada output decanter. (Skripsi), Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan, Medan.
17. Khafila, R. I. (2013). Optimasi koagulan pada proses koagulasiflokulasi pengolahan air bersih di PDAM unit Tegal Gede. (Skripsi), Universitas Jember, Jember.
18. KLH. (2003). *Panduan produksi bersih dan sistem manajemen lingkungan untuk usaha/industri kreatif dan menengah*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

19. Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna, M. (2013). Penentuan jenis koagulan dan dosis optimum untuk meningkatkan efisiensi sedimentasi dalam instalasi pengolahan air limbah pabrik jamu X. *Research Report-Engineering Science*, 2(1), 1-34.
20. Linawati, M. (2011). *Pemodelan separator kontinyu untuk pemisahan biodiesel-gliserol dan biodiesel-air*. (Skripsi), Universitas Indonesia, Depok.
21. Meliasari, E. (2013). *Kajian tekno ekonomi industri minyak sawit merah karoten tinggi*. (Skripsi), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
22. Noviana, L., & Sukwika, T. (2020). Pemanfaatan sampah organik sebagai pupuk kompos ramah lingkungan di kelurahan Bhaktijaya Depok. *Pengabdian Untukmu Negeri*, 4(2), 237-241. doi:10.37859/jpumri.v4i2.2155
23. Pandapotan, C. D., & Marbun, P. (2017). Pemanfaatan limbah lumpur padat (sludge) pabrik pengolahan kelapa sawit sebagai alternatif penyediaan unsur hara di tanah ultisol: Utilization of solid sewage (sludge) palm oil mills as an alternative supply of nutrients in ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2), 271-276.
24. Permatasari, T. J., & Apriliani, E. (2013). Optimasi penggunaan koagulan dalam proses penjernihan air. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(1), 6-11.
25. Permenkes. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, (2017).
26. PP. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, (2001).
27. Purwanto, J. (2013). *Teknologi produksi bersih* (Cetakan Pertama ed.). Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
28. Safrialdi. (2011). *Perbandingan kinerja decanter dengan sludge centrifuge berdasarkan efektifitas pengutipan minyak yang masih terkandung dalam sludge*. (Skripsi), Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan, Medan.
29. SK.Gub-DKIJ. Surat Keputusan Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995 mengenai baku mutu limbah cair, (1995).
30. SK.Gub-DKIJ. Surat Keputusan Gubernur DKI Jakarta Nomor 30 Tahun 1999 mengenai perizinan pembuangan limbah cair di DKI Jakarta, (1999).
31. Sukwika, T., & Noviana, L. (2020). Status keberlanjutan pengelolaan sampah terpadu di TPST-Bantargebang, Bekasi: Menggunakan raphish dengan R statistik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 107-118. doi:10.14710/jil.18.1.107-118.
32. Sukwika, T., & Putra, H. (2018). Analisis sedimentasi dan konsentrasi atmosfer pada zona mangrove di Muaragembong, Bekasi. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 186-195. doi:10.14710/jpk.6.2.186-195.
33. Tang, H., Xiao, F., & Wang, D. (2015). Speciation, stability, and coagulation mechanisms of hydroxyl aluminum clusters formed by PACl and alum: A critical review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 226, 78-85. doi:10.1016/j.cis.2015.09.002.
34. Ummah, M. F., & Herumurti, W. (2018). Pengeringan lumpur ipal biologis pada unit sludge drying bed (SDB). *Jurnal Purifikasi*, 18(1), 39-48. doi:10.12962/j25983806.v18.i1.36.