

KARAKTERISTIK PROSES KLARIFIKASI DALAM SISTEM NITRIFIKASI-DENITRIFIKASI UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DENGAN KANDUNGAN N-NH₃ TINGGI

Ari Setiyawan (L2C606006) dan Bayu Hari N (L2C606010)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedharto, Tembalang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing: DR. I Nyoman Widiasta, ST, MT

ABSTRAK

Penelitian kombinasi proses lumpur aktif – Klarifier merupakan upaya peningkatan kinerja proses lumpur aktif. Dalam sistem ini, klarifier berfungsi sebagai tempat pengendapan lumpur. Proses pengolahan diharapkan bisa beroperasi pada konsentrasi biomassa yang tinggi dan menghasilkan sistem yang kompak sehingga diperoleh kecepatan pengendapan yang sesuai. Beberapa hal yang dikaji dalam penelitian ini yaitu, menghitung kecepatan pengendapan lumpur dalam klarifier dan mengukur tingkat kejernihan air atau turbidity dari proses pengolahan lumpur aktif. Pada penelitian ini digunakan air limbah sintetis. Bak aerasi dibuat dari plexiglass, dengan volume kerja 150 Liter. Klarifier terbuat dari plexiglass dengan bentuk prisma terbalik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengendapan dan tingkat kejernihan air dipengaruhi oleh Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS) atau konsentrasi bakteri. Dari hasil penelitian menunjukkan semakin besar MLSS atau konsentrasi bakteri maka kecepatan pengendapan semakin menurun. Hal ini dapat dilihat pada MLSS 130 ml/L yang menunjukkan kecepatan pengendapan yang lebih cepat dibandingkan dengan MLSS 355 ml/L. Sedangkan untuk turbiditi diperoleh hasil semakin besar MLSS terjadi kenaikan turbiditi hal ini mengindikasikan terjadinya pinpoint flocs.

Kata kunci: kecepatan pengendapan, klarifier, lumpur aktif, turbiditi

ABSTRACT

Combining activated sludge process – Clarifier for the treatment of wastewater has led to an increase in activated sludge performance. In this system, the function of clarifier in activated sludge process are to precipitating the sludge. These application contribute to very compact wastewater treatment system with excellent quality so can give settling rate data which appropriate. This research studied calculation activated sludge settling rate at clarifier and to measure turbidity of water effluent activated sludge process. The system was operated continuously by feeding synthetic wastewater. This system was consist of a 150 liter aeration tank. The aeration tank and clarifier tank made by a plexiglass. The result shows that Mixed Liquor Suspended Solid or bacteria concentration influence settling rate and turbidity. This research shows the more highly MLSS or bacteria concentration can make settling rate slowly. That fact was happened at 130 ml/L MLSS have a settling rate more quickly than 355 ml/L MLSS. Whereas, MLSS more highly at turbidity measurement indicated pinpoint flocs happened.

Keywords: settling rate, clarifier, activated sludge, turbidity

1. PENDAHULUAN

Kehadiran senyawa nitrogen dalam effluent akhir pada proses lumpur aktif dapat menimbulkan dampak buruk atau pencemaran terhadap badan air penerima. Pada prinsipnya, komponen nitrogen dalam limbah yang dapat menimbulkan polusi adalah ion ammonium (NH_4^+), ion nitrit (NO_2^-), dan ion nitrat (NO_3^-). Dengan tujuan untuk mengurangi senyawa nitrogen dalam limbah, maka diperlukan suatu pengolahan, salah satunya dengan proses lumpur aktif. Pada akhir proses lumpur aktif, lumpur dipisahkan dengan cairannya. Pemisahan lumpur disebut proses sedimentasi. Proses sedimentasi dipengaruhi oleh konsentrasi umpan, waktu tinggal lumpur, waktu tinggal cairan, konsentrasi biomassa, pembebanan organik, laju pembuangan lumpur, dan karakteristik pengendapan. Dari berbagai parameter tersebut, parameter yang terpenting adalah konsentrasi biomassa.

Tujuan percobaan Mengetahui laju pengendapan lumpur dan mengukur tingkat kejernihan *effluent* dalam pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kehadiran senyawa nitrogen dalam effluent akhir pada proses lumpur aktif dapat menimbulkan dampak buruk atau pencemaran terhadap badan air penerima (Michael H. Gerardi, 2002). Pada prinsipnya, komponen nitrogen dalam limbah yang dapat menimbulkan polusi adalah ion ammonium (NH_4^+), ion nitrit (NO_2^-), dan ion nitrat (NO_3^-). Masalah polusi yang timbul sebagai akibat dari limbah nitrogen antara lain Dissolved Oxygen Depletion, Toxicity, Eutrophication, Methemoglobinemia.

Proses lumpur aktif secara umum dan efektif digunakan untuk mengolah padatan terlarut dan bahan organik yang dapat di degradasi. Hal ini adalah suatu teknik yang baik digunakan untuk pengolahan limbah cair organik (Nicholas P. Cheremisinoff, 1996). Lumpur aktif merupakan suatu padatan organik yang telah mengalami peruraian secara hayati sehingga terbentuk biomassa yang aktif dan mampu menyerap partikel serta merombaknya dan kemudian membentuk massa yang mudah mengendap dan atau menyerap sebagai gas (Perdana Ginting, 2007). Lumpur aktif dikenal dengan istilah Mixed Liquor Suspended Solid adalah jumlah total suspended solid yang berasal dari bak pengendapan lumpur. Keaktifan lumpur ditentukan oleh konsentrasi MLSS.

Limbah yang didegradasi oleh bakteri merupakan substrat yang digunakan untuk memperoleh karbon dan energy. Indikasi tersebut ditunjukkan dengan nilai BOD. BOD adalah sejumlah oksigen terlarut yang diukur dalam milligram per liter yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, khususnya bakteri, untuk mengoksidasi atau mendegradasi limbah menjadi bentuk komponen inorganik yang sederhana, dan memperbanyak sel bakteri.

Elemen yang terdapat dalam protein	Produk inorganik yang terbentuk
Karbon (C)	Karbon dioksida (CO_2)
Hydrogen (H)	Air (H_2O)
Nitrogen (N)	Ion ammonium (NH_4^+)
Oksigen (O)	Air (H_2O)
Phosphor (P)	Ion fosfat (PO_4^{3-})
Sulfur (S)	Ion sulfat (SO_4^{2-})

Tabel 1 Produk inorganik yang terbentuk dari oksidasi protein

Tujuan pengolahan limbah cair dengan system lumpur aktif dapat dibedakan menjadi 4, yaitu :

- 1) Penyisihan senyawa karbon (oksidasi karbon).
- 2) Penyisihan senyawa nitrogen.
- 3) Penyisihan fosfor.
- 4) Stabilisasi lumpur secara aerobik simultan

Diharapkan proses lumpur aktif ini tidak menimbulkan bau dan air olahan yang cukup jernih. Lumpur aktif dapat digunakan berulang-ulang bila lokasi yang tidak cukup luas (Perdana Ginting, 2007). Butiran lumpur yang keras sulit mengendap sehingga sulit dipisahkan dari cairan. Bila lumpur ini terlalu banyak akan menutupi permukaan dan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme tidak baik. Butiran ini terjadi karena rendahnya oksigen yang terlarut, tidak tersedia nutrisi yang cukup, waktu tinggal lumpur terlalu lama.

Oleh karena itu senantiasa perlu diketahui perbandingan volume lumpur dan berat lumpur yang disebut dengan angka volume lumpur (AVL) atau sludge volume indeks (SVI) (Perdana Ginting, 2007). Untuk mendapatkan proses pengolahan yang baik perlu dipertimbangkan adalah :

1. Perlu ditetapkan kebutuhan udara untuk setiap meter kubik limbah yang diolah. Untuk itu harus diketahui jumlah power yang dibutuhkan serta kemampuannya untuk mentransfer udara setiap waktu.
2. Perlu ditetapkan waktu penahanan hidrolis yang maksimum dan waktu penahanan lumpur.

3. Kebutuhan udara yang dimasukkan dengan jumlah BOD yang diolah untuk menentukan efektifitas pengolahan
4. Untuk menentukan waktu tinggal lumpur dengan menggunakan perhitungan :

$$CRT = \frac{MLSS \times V_{ta}}{W_r \times K_i}$$

Dimana :

- CRT : Cell Retention Time
 MLSS : Mixed Liquor Suspended Solid (mg/l)
 V_{ta} : Volume tangki aerasi (lt)
 W_r : Jumlah lumpur yang dibuang dari tangki aerasi (lt/detik)
 K_i : Jumlah lumpur yang dikembalikan ke tangki aerasi (mg/l)

5. Perbandingan jumlah makanan dan mikroorganisme pada umumnya merupakan angka : 0,2 – 0,3 dihitung dengan rumus :

$$F_m = \frac{BOD \times V_l}{MLSS \times V_{ta}}$$

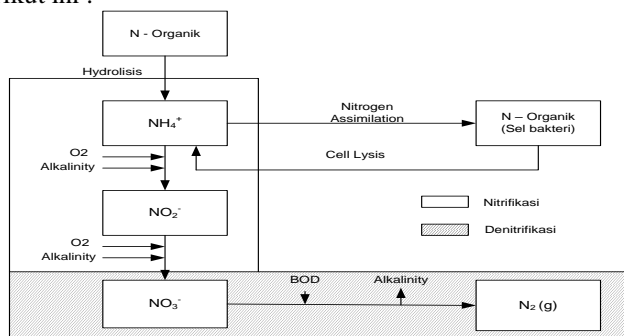
Dimana :

- F_m : Perbandingan makanan dan mikroorganisme
 BOD : Biochemical Oxigen Demand (kg)
 V_l : Volume Limbah (m³/hari)
 MLSS : Mixed Liquor Suspended Solid (kg/m³)
 V_{ta} : Volume Tangki Aerasi (m³)

6. Untuk menghitung Indeks Volume Lumpur (IVL) adalah :

$$IVL = \frac{ML}{MLSS} \times 100\%$$

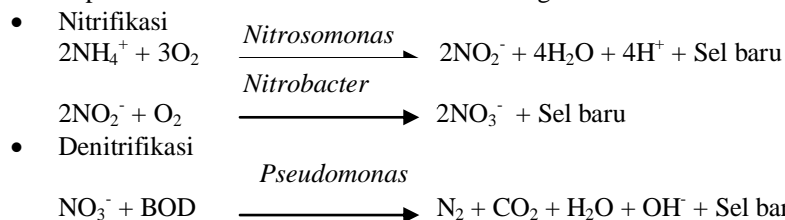
Perbandingan ini dinyatakan dari volume lumpur setelah 30 menit mengendap (ML) dibandingkan berat kering lumpur. Proses biologis nitrifikasi dan denitrifikasi dapat diilustrasikan seperti gambar 2 berikut ini :



Gambar 1 Skema ilustrasi proses Nitrifikasi-Denitrifikasi

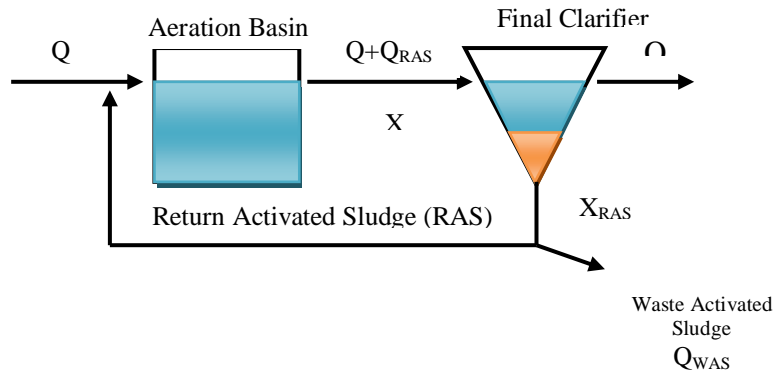
Proses nitrifikasi membutuhkan oksigen dan alkalinitas, dan sebagian nitrogen digunakan untuk sintesa biomassa (lumpur-proses lumpur aktif). Proses denitrifikasi terjadi dibawah kondisi anoxic, mengkonsumsi BOD dan menghasilkan alkalinitas dan sel baru.

Reaksi dimana selama proses nitrifikasi-denitrifikasi terlihat sebagai berikut :



Sedimentasi adalah proses pemisahan partikel dari fluidanya (air) yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi atau centrifugal (A. Rushton and friend, 1996). Dalam proses sedimentasi hanya partikel-partikel yang lebih berat dari air yang dapat terpisah, misalnya lumpur. Bak sedimentasi sendiri dapat diletakkan sebelum proses lumpur aktif atau yang disebut *primary clarifier*, sedimentasi diletakkan di awal proses guna untuk memisahkan komponen-komponen terapung seperti minyak dan lemak, serta padatan berat yang berada pada bagian bawah clarifier. Adapula bak sedimentasi diletakkan setelah proses lumpur aktif, guna untuk memisahkan partikel-partikel lumpur dengan fluida bersihnya, sehingga effluent yang berupa air bersih bisa langsung dibuang ke lingkungan dengan catatan kandungan nitrogen dalam effluent memenuhi standart buangan air ke lingkungan (Michael H. Gerardi, 2002). Menurut A. Rushton dkk, perlakuan settling partikel ditentukan dari 2 faktor, yang

pertama yaitu konsentrasi dari partikel padatnya dan yang kedua adalah status penggumpalan dari partikel itu sendiri.



Gambar 2 Rangkaian proses

Kriteria yang digunakan dalam desain dan tahap pengoperasian klarifier yang biasanya digunakan overflow rate dan solid loading rate yang paling penting. Kriteria desain yang lain adalah sebagai berikut ini:

1. Over Flow Rate

Over Flow Rate adalah flok settler dalam klarifier yang memisah dengan cairan bening yang berada diatas. Kenaikan velocity air menunjukkan adanya over flow rate (OFR) dengan satuan gpd/ft^2 dan dapat diartikan juga pembagian antara laju (gpd) dengan luas permukaan klarifier (ft^2).

Flow	Klarifier bundar		Klarifier segi empat	
	Range	Rata-rata	Range	Rata-rata
Rata-rata	0,68 – 1,19 (400 – 700)	0,95 (560)	0,68 – 1,19 (400 – 700)	0,95 (560)
Puncak	1,70 – 2,72 (1.000 – 16.000)	2,09 (1230) ^a	1,70 – 2,72 (1.000 – 16.000)	2,10 (1240) ^b

Tabel 2 Berikut ini merupakan beberapa laju yang digunakan pada OFR

2. Solid Loading Rate

Solid Loading Rate pada klarifier dengan satuan lb/d/ft^2 menunjukkan bahwa massa padatan yang digunakan per satuan luas per satuan waktu. Persamaan solid loading rate (SLR) adalah sebagai berikut:

$$SLR = 8,34 \times (Q + Q_{RAS}) \times X / A$$

Dimana,

- Q : Laju umpan, mgd
- QRAS : laju RAS, mgd
- X : Konsentrasi MLSS, mg/L
- A : Luas permukaan klarifier, ft^2

Jumlah maksimum padatan yang dapat dipindahkan ke dasar klarifier disebut *limiting fluk*. Ketika *limiting fluk* dalam SLR eksek maka jumlah lumpur yang ada dalam bak tidak dapat dihitung. Tetapan maksimum yang diperbolehkan dalam mendesain klarifier merupakan unsur utama yang paling penting untuk memastikan apakah klarifier dapat bekerja efektif.

3. Side Water Depth

Dasar pemilihan *Side Water Depth* adalah dasar ukuran satuan atau jenis proses biologis. Variabel dalam kualitas effluent menurun dengan peningkatan ketinggian (*depth*). Ketinggian tangki dihitung dari 4 fungsi yaitu

1. Daerah air bersih (Clare water zone)
2. Daerah pemisahan (Separation zone)
3. Daerah penyimpanan lumpur (Sludge storage zone)
4. Daerah thickening dan penghilangan lumpur (Thickening and sludge removal zone)

4. Surface Loading Rate

Surface Loading Rate adalah jumlah lumpur aktif yang dipindahkan gallon per luas permukaan 1 ft^2 tank per hari. Ini dapat digunakan untuk membandingkan kondisi aktual

desain. Biasanya desain plan menggunakan *surface loading rate* sebesar 300 sampai 1200 gal/d/ft².

Beberapa kondisi yang menggunakan persamaan *surface loading rate* adalah *surface overflow rate* dan *surface settling rate*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Surface Loading Rate} \left(\frac{\text{gal}}{\text{ft}^2} \right) = \frac{Q \text{ (gal/d)}}{\text{Surface Area} \text{ (ft}^2\text{)}}$$

5. Weir Overflow Rate

Weir overflow rate adalah jumlah cairan yang keluar dari tangki settling per linier ft. Hasil dari perhitungan dapat digunakan sebagai perbandingan desain. Laju weir overflow rate normal biasanya 10.000 sampai 20.000 gal/d/lineal ft yang digunakan sebagai desain dari settling tank. Persamaan *Weir overflow rate* sebagai berikut:

$$\text{Weir Overflow Rate} \left(\frac{\text{gal}}{\text{Lineal ft}} \right) = \frac{Q \text{ (gal/d)}}{\text{Weir Length} \text{ (lineal ft)}}$$

Tipe Proses	Rata-rata laju alir (m ³ /d)	desain	Minimum Detention Time (h)	Maximum Overflow rate (m ³ /m ² .d)
Konvensional, Laju alir tinggi, <i>step aeration</i>	2000,		3,0	24
	2000 sampai 6000		2,5	28
	dan 6000 keatas		2,0	32
Kontak Stabilisasi	2000,		3,6	20
	2000 sampai 6000		3,0	24
	dan 6000 keatas		2,5	28
<i>Extended Aeration</i>	200,		4,0	12
	200 sampai 600		3,6	12
	dan 600 keatas		3,0	24

Tabel 3 Parameter dari beberapa proses lumpur aktif

Pemisahan padatan secara gravitasi dengan klarifier telah lama digunakan dalam pengolahan limbah cair industri. Biasanya istilah klarifikasi dan sedimentasi atau bahan yang digunakan untuk menjelaskan pemisahan dengan gravitasi dalam unit operasi tergantung pada fokus dan tujuan yang ada didalam klarifier cairan atau padatan sedimentasi.

Fungsi utama dari clarifier adalah klarifikasi, proses pemisahan hasil padatan biologis dari suatu cairannya. Selama bahan menggumpal, partikel lumpur akan turun kebagian bawah tangki, sehingga menghasilkan konsentrasi aliran kebawah (RAS). Konsentrasi padatan *return activated sludge* adalah fungsi dari ratio pengembalian lumpur. Fungsi kedua adalah menyimpan endapan beberapa waktu tertentu, jika clarifier gagal dalam berbagai fungsi tersebut, maka kerja dari proses biologis mungkin akan terpengaruh. Juga karena batas angkut padatan, hasil keluaran (effluent) mungkin tidak memenuhi persyaratan.

Bentuk clarifier sebenarnya menentukan pola aliran radial atau plug-flow. Aliran radial dapat terjadi dalam tangki bundar, segiempat, segi enam, dan segi delapan. Clarifier aliran pipa terjadi di bentuk segiempat. Sirkulasi dan segiempat adalah clarifier yang cukup dikenal. Perancangan yang baik dari clarifier segiempat dapat meningkatkan kinerja sama seperti perancangan alat sirkulasi.

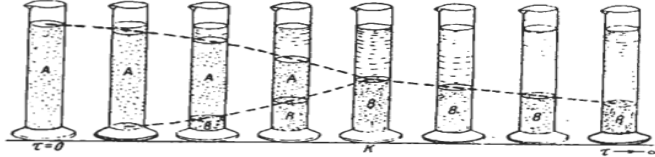
	Segiempat	Bundar
Keuntungan	rendahnya biaya dalam perancangan	Waktu penahanan lebih pendek
	Alirannya lebih panjang	Aliran lebihpanjang dan kurang kesempatan untuk filtrasi dinamis
	distribusi lumpur lebih banyak	
	Rendahnya kerugian akibat distribusi Waktu penahanan lebih lama untuk lumpur	Umumnya peka terhadap efek angin
Kerugian	Mungkin kurang efektif untuk pengangkutan lumpur yang besar	

Tabel 4 Perbandingan clarifier segiempat dan bentuk bundar

3. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan

1. Amilum
2. Ammonia kue
3. Dolomite
4. Tanki aerasi
5. Tanki sedimentasi
6. Turbidimetry
7. Gelas ukur
8. Stopwatch



Gambar 3 Skema proses settling rate

a. Percobaan pendahuluan

Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mengembangbiakan bakteri agar mencapai konsentrasi 500 mg/L dengan cara pemberian makanan dengan rasio F/M sebanyak 40 amilum dan amonia. Setelah mencapai konsentrasi yang diinginkan maka dilakukan operasi kontinyu.

b. Perhitungan Kecepatan pengendapan (*settling rate*)

- Mengambil sampel dari bak aerasi sebanyak 500 ml untuk dilakukan perhitungan settling
- Memasukan sampel dalam gelas ukur 500 ml
- Untuk setiap sampel, pengukuran konsentrasi dan tinggi interface (boundary antar padatan dan supernatant bening) ditulis sebagai fungsi waktu.
- Menghitung lama waktu bakteri mengendap, perhitungan dimulai saat endapan bakteri berada pada skala 500 ml dari gelas ukur dan mencatat lama waktu bakteri mengendap setiap endapan turun 50 ml pada skala yang terdapat pada dinding gelas ukur.
- Mencatat lama waktu pengendapan sampai bakteri tersebut mengendap seluruhnya atau tidak dapat mengendap lagi.

c. Menghitung tingkat kejernihan air (Turbiditri)

- Mengambil sampel lumpur aktif dari bak aerasi sebanyak 500 ml
- Memasukan sampel kedalam gelas ukur 500 ml
- Mengambil sampel setiap 5 menit dan masukan dalam curve
- Memasukan curve yang telah terisi sampel tersebut kedalam turbidimetri yang telah di kalibrasi terlebih dahulu
- Mencatat tingkat kekeruhan hingga waktu tertentu sampai konstan

Data-data yang akan didapatkan berupa tingkat kejernihan, waktu, konsentrasi bakteri. Data-data ini kemudian dibuat grafik antara waktu vs Tinggi interface bakteri, waktu vs turbidity. Setelah itu dilakukan analisa dan perbandingan dengan mengacu pada hasil penelitian dan referensi.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

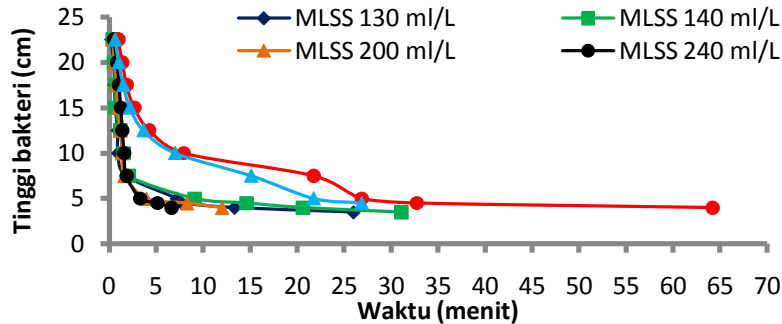
Karakteristik settling rate pada konsentrasi bakteri tertentu

Final klarifier atau klarifier sekunder merupakan salah satu hal yang terpenting dalam unit operasi lumpur aktif. Proses lumpur aktif terdiri dari dua unit proses yaitu bak aerasi dan bak klarifier. Grafik IV.1 ini menunjukkan grafik settling rate pada MLSS tertentu.

Tinggi bakteri (cm)	MLSS (ml/L)					
	130	140	200	240	340	355
22,5	0,22	0,38	0,37	0,48	0,97	0,6
20	0,48	0,5	0,57	0,85	1,4	1
17,5	0,58	0,67	0,77	1,05	1,87	1,48
15	0,67	0,63	0,93	1,23	2,67	2,18
12,5	0,92	1,17	1,16	1,4	4,28	3,63
10	0,95	1,5	1,35	1,58	7,92	7

7,5	1,81	2,05	1,62	1,83	21,75	15,1
5	7,2	9,1	3,97	3,32	26,88	21,75
4,5	7,72	14,63	8,28	5,15	32,75	26,89
4	13,3	20,58	12,03	6,65	64,25	
3,5	26	31,1				

Tabel 5 Tabel hasil pengamatan kecepatan pengendapan



Grafik IV Grafik hubungan waktu dan tinggi bakteri pada berbagai MLSS.

Konsentrasi bakteri pada proses klarifikasi dapat mempengaruhi kecepatan pengendapan. Semakin tinggi konsentrasi seringkali menyebabkan penurunan kecepatan pengendapan.

Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi MLSS maka kecepatan settling akan semakin menurun. MLSS ini berpengaruh langsung terhadap Sludge Loading rate (SLR) pada klarifier. Dari grafik hasil pengamatan, kemampuan bakteri untuk mengendap berhenti pada ketinggian 3,5 cm dan maksimal pengendapan pada 4,5 cm untuk MLSS 355 ml/L.

Kecepatan pengendapan pada MLSS 130 ml/L dan MLSS 355 ml/L mempunyai perbedaan karakteristik pengendapan. Dimana pada MLSS 130 ml/L waktu yang diperlukan untuk mengendap lebih sedikit.

Hal ini juga dialami oleh Witzig et al,2002 yang menyatakan bahwa konsentrasi biomassa yang tinggi dapat menyebabkan pemisahan biomassa dari effluent semakin sulit dilakukan karena konsentrasi bakteri tinggi sehingga kecepatan bakteri untuk mengendap menjadi rendah.

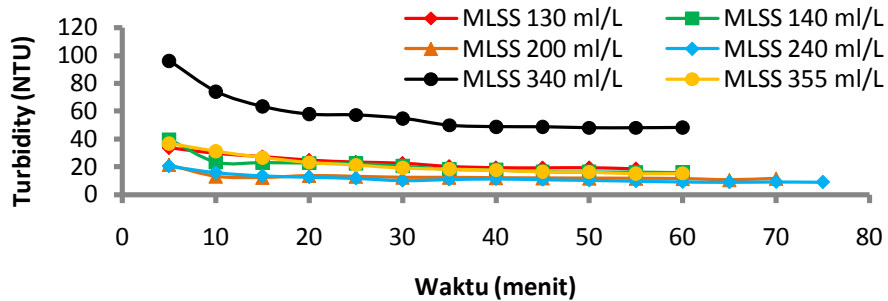
Karakteristik Turbiditi pada berbagai MLSS

Proses nitrifikasi merupakan suatu proses dalam lumpur aktif yang mengoksidasi ion ammonium menjadi ion nitrit, serta ion nitrit menjadi ion nitrat (Michael H. Gerardi, 2002), terkadang nitrifikasi dapat menimbulkan masalah dalam sistem lumpur aktif. Masalah tersebut antara lain pertumbuhan terdispersi dan filamentous bulking setiap kali proses nitrifikasi mengalami kenaikan temperatur yang juga disebut *pinpoint flocs*. *Pinpoint flocs* ini menyebabkan bakteri sukar mengendap karena ukuran bakteri yang sangat kecil sehingga hanya mengambang saja didalam air. Hal ini mengakibatkan effluent atau air yang dihasilkan menjadi keruh

Waktu (menit)	MLSS (ml/L)					
	130	140	200	240	340	355
5	33,7	39,5	21,5	20,5	96,2	36,8
10	29,7	23,4	13,1	15,89	74,1	31,1
15	27,4	23	12,23	13,56	63,3	26,7
20	24,9	22,7	13,6	12,65	57,8	23,1
25	23,5	22,3	13,03	11,76	57,2	21,3
30	22,7	20,3	12,32	10,17	54,8	19,1
35	20,4	18,2	12,31	10,95	49,8	18,4
40	19,5	17,7	11,98	11,38	48,8	17,6
45	19,4	16,5	11,84	10,82	48,7	16,4
50	19,5	16,3	11,7	10,36	48	16,2
55	18,7	16,2	11,6	9,8	48	15,1
60		15,8	11,36	9,22	48,2	15,3
65			10,52	9,01		

70	11,56	9,21
75		9,02

Tabel 6 Tabel pengamatan tingkat kekeruhan



Grafik V.2 Grafik karakteristik turbiditi pada berbagai MLSS

Grafik diatas merupakan hasil percobaan diperoleh kondisi effluent atau air yang bagus adalah pada MLSS 200 ml/L sedangkan effluent keruh dihasilkan pada saat MLSS 340 ml/L karakteristik *effluent* atau air yang dihasilkan keruh. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi *pinpoint flocs* sehingga hasil turbidity semakin besar. Hal ini berarti effluent atau air yang dihasilkan keruh.

5. KESIMPULAN

Pada proses lumpur aktif, naik atau turunnya kontrol proses menyebabkan berbagai masalah mikrobiologi antara lain pinpoint flocs, bakteri terdispersi yang mempengaruhi tingkat kejernihan effluent. Tingkat kejernihan effluent menurun dengan naiknya MLSS yang diindikasikan terbentuknya pinpoint flocs. Kinerja proses lumpur aktif dipengaruhi oleh konsentrasi bakteri. Kecepatan pengendapan bakteri menurun seiring dengan naiknya MLSS pada MLSS 355 ml/L.

6. DAFTAR NOTASI

ADWF	= Average dry weather flow
BOD	= Biochemical Oxygen Demand
C	= Karbon
CO ₂	= Karbon dioksida
COD	= Chemical Oxygen Demand
CRT	= Cell Retention Time
F/M	= Perbandingan makanan dan mikroorganisme
H	= Hidrogen
H ₂ O	= Air
MLSS	= Mixed Liquor Suspended Solid
N	= Nitrogen
NH ₄ ⁺	= Ion ammonium
NO ₂ ⁻	= Ion nitrit
NO ₃ ⁻	= Ion nitrat
OFR	= Over Flow Rate
P	= Phosphat
PDWF	= peak dry weather flow
PWWF	= peak wet weather flow
PO ₄ ³⁻	= Ion Phosphat
RAS	= Return Activated sludge
S	= Sulfur
SLR	= Solid Loading Rate
SVI	= Sludge Volume Index
SWD	= Side water Depth
TKN	= Total Kjeldahl Nitrogen
Vta	= Volume tangki aerasi (lt)

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antileo, Christian and friends, *Nitrifying Biomass Acclimation to High Ammonia Concentration*, J. Environmental Eng, 2002, pp. 367-375.

- [2] A. Rushton, A.S. Ward, R.G. Holdich, *Solid – Liquid Filtration and Separation Technology*. 1st ed., VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany, 1996, pp.85.
- [3] Departemen Perindustrian, *Pengolahan Limbah Industri Pangan*, Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah Departemen Perindustrian, Jakarta, Indonesia, 2007.
- [4] Kusumaatmadja, Sarwono, *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri*, Jakarta, Indonesia, 1998
- [5] Michael H. Gerardi, *Nitrification and Denitrification in the Activated Sludge Process*, John Wiley & Sons, inc., 2002
- [6] Musterman, Jack L and Eckenfelder, W. Wesley, *Activated Sludge Treatment of Industrial Wastewater*, Technomic Publishing AG, Switzerland, 1995, pp. 43.
- [7] Nicholas P. Cheremisinoff, Ph.D, *Biotechnology for Waste and Wastewater Treatment*. Noyes Publications, Westwood, New Jersey, U.S.A, 1996, pp. 7.
- [8] Ginting, perdana, Ir. MS, *System Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Edisi 1 CV. Yrama Widya, Bandung, Indonesia, 2007, Hal. 122.
- [9] Sakti A. Siregar, *Instalasi Pengolahan Limbah*. Penerbit Kanisius, Jogjakarta, Indonesia, 2005, Hal. 35.
- [10] Thomas E. Wilson, P.E., DEE, Ph.D., *Clarifier Design*, 2nd edition, Mc. Graw – Hill, New York, 2005, Chapter 2 & 4.
- [11] Sears, K., J. E. Alleman., J. L. Barnard., J. A. Oleszkiewicz., 2006, *density and Activity Characterization of Activated Sludge Flocs*.
- [12] Richard, Michael, Ph.D., Sear-Brown., Fort Collins, Co., 2003, *Activated Sludge Microbiology Problem and Their Control*.
- [13] Direktorat Jenderal Usaha Kecil Menengah., 2007, *Pengelolaan Limbah Industri Pangan*, Departemen Perindustrian, Jakarta
- [15] Krebs, Peter., Daniel Visher., Willi Gujer., 1995, *Inlet – Structure Design for Final Clarifiers*
- [16] E, Orris., Albertson., John P. Wilson., 1997, *Clarifier Concept – Larger is Better*
- [17] Li, Yingxia., Sim-Lin., Masoud Kayhanian, M.ASCE., Michael K. Stenstrom, F.ASCE., 2006, *Dynamic Characteristics of Particle Size Distribution in Highway Runoff: Implication for Settling Tank Design*
- [18] Budiyono, 1997, *Kombinasi Proses Lumpur Aktif – Membran Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri*, Institut Teknologi Bandung.
- [19] Svarovsky, Ladislav, Dipl Ing, PhD, Ceng, FIChem E., 2000, *Solid – Liquid Separation.*, 4th ed., London, Butterworth-Heinemann Publisher.
- [20] T. Valsaraj, Kalliat., 2000, *Element of Environmental Engineering Thermodynamic and Kinetics.*, 2nd ed, Louisiana, Lewis Publisher, 563-586
- [21] A. Handayani, Noer., 2010, *Aplikasi Eksternal Hybrid Mixed Matrix Membrane Bioreaktor Untuk Pengurangan Amonium dalam Limbah Cair*, Universitas Diponegoro
- [22] M. Stanley, Walas., 1990., *Chemical Process Equipment Selection and Design.*, Kansas
- [23] Inamori, Ryuhei., Ping Gui., Yasothosi Shimizu., Kaiqin Xu., Kenji Kimura., Yuhei Inamori., 2005, *Effect of constructed Wetland Structure on Wastewater Treatment and its Evaluation by Algal Growth Potensial Test*, Vol 40
- [24] Wang, Z., Wu, Z., Yin, X., Tan, L., 2008, *Membran fouling in Submerged Membran Bioreaktor (MBR) Under Sub-critical Flux Operation : Membran Foulant and Gel: Layer Characterization.*, Vol 325, 238-244
- [25] Hay, F.I., Yamamoto, K., Fukhusi, K., 2005, *Different Fouling of Sunmerged Hollow Fiber and Flat Sheet Membran Induced by High Strength Wastewater with Cocurrent Biofouling.*, Desalination, Vol 180, 89 – 97
- [26] Cheng, Jiayang., Bin Liu., 2001, *Nitrification / Denitrification in Intermittent Aeration Proses for Swine Wastewater Treatment*.
- [27] Mokhayeri., Yalda., Rumana Riffat., Imre Takacs., Peter Dold., Charles Bott., Jeneva Hinojosa., Walter Bailey., Sudhir Murthy., 2008, *Characterizing Denitrification Kinetics at Cold Temperature Using Various Carbon Sources in Lab-Scale Sequencing Batch Reactors*, Water Science and Tecnology-WST
- [28] Parker, Demy., Richard Butler., Richard Finger., Reed Fisher., William Fox., Wendell Kido., Steve Merrill., Gary Newman., Rod Pope., Jeff Slapper., and Eric Wahlberg., 1995, *Design and Operation Experience with Flocculator – Clarifier in Large Plants*, Austria
- [29] Zeng, Xiangying., Zheng Lin., Hongyan Gui., Wenlan Shao., Guoying Sheng., Jiamo Fu., Zhiqiang Yu., 2008, *Occurrence and Distribution of Polycyclic Aromatic Carbons in Sludges From Wastewater Treatment Plants in Guangdong, China*, Springer Science + Business Media B.V

- [30]Albertson Orris E., 2008, *Solids Loading Limitations of Rectangular Secondary Clarifiers*,
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
- [31]P, Nicholas Cheremisinoff, Ph. D., 2002, *Handbook Water and Wastewater Treatment
Technologies*, Butterworth Heineman
- [32]Jenayayagam, Sam Ph.D., PE., DEE., *design and Operation of Clarifier*