PENELITIAN PENDAHULUAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA AEROBIK

oleh :

Ir. Aida Soelaeman *)

Abstract:

Aerobic treatment is used for treatment of waste water which is of a relatively low concentration and is in large quantity as well. In this treatment, domestic waste water seeks to purify, by making maximum use of bacteria's ability to take in organic matters. The COD removal from this research are describe that concentration of COD already reached $\pm 90 \%$.

PENDAHULUAN.

Karena limbah industri pada umumnya mengandung zat-zat organik yang aktif tinggi yang mana ini dapat menyebabkan bau busuk, juga dapat menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut dari badan air yang dilaluinya maka perlu diadakan pengolahan air limbah industri yang mengandung zat-zat organik tersebut sampai air limbah tersebut memenuhi standar untuk dibuang ke perairan.

Ruang Lingkup Pembahasan.

Untuk mengelola air limbah secara baik diperlukan pengetahuan dari beberapa parameter yang bersangkutan dalam menangani air limbah. Adapun pengetahuan dalam pengolahan air limbah meliputi B.O.D, C.O.D, pH M.L.S.S, BOD/COD load, logam-logam berat dan sebagainya. Sesuai dengan judul Buletin ini, yaitu Penelitian Pendahuluan Pengolahan Air Limbah Secara Aerobik, maka buletin ini berisikan tentang bagaimana sebaiknya suatu industri mengelola air limbahnya secara aerobik, yang selanjutnya dapat dikembangkan cara pengolahan air limbah tersebut di lapangan.

*) Staf Peneliti

Balai Lit. Kimia Organik & Fermentasi
Balai Besar Industri Kimia

I. TINJAUAN PUSTAKA.

A. Beberapa istilah yang sering dipergunakan pada pengolahan air limbah.

Air limbah (waste water), adalah kotoran dari masyarakat yang dapat berasal dari kotoran rumah tangga dan juga dapat berasal dari industri, serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

INFLUEN, adalah yang berasal dari proses produksi yang selanjutnya mengalir kesuatu unit pengolahan air limbah secara keseluruhan.

EFFLUENT, adalah air yang keluar dari salah satu unit pengolahan air limbah secara keseluruhan.

T.S.S. (Total Suspended Solid), adalah jumlah berat dalam milligram/liter (mg/l) dari lumpur kering yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran.

MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid), adalah jumlah TSS yang berasal dari unit pengendapan lumpur aktif.

COD/BOD load, adalah banyaknya zat organik/mikroorganisme (bakteri) yang terkandung dalam bak aerasi atau besar - nya beban zat organik/mikroorganisme (bakteri) yang terkandung dalam MLSS.

B. Parameter-Parameter Yang Berhubungan Dengan Air Limbah , antara lain :

1. Temperatur :

Air limbah yang telah mengalami perlakuan harus memenuhi persyaratan temperatur sebelum dibebaskan ke lingkungan, karena makhluk air memiliki temperatur optimum untuk kelangsungan hidupnya.

2. Kekeruhan :

Kekeruhan yang terkandung dalam air limbah akan menghambat penembusan cahaya sinar ultra violet dari matahari yang mana dibutuhkan oleh mikroorganisme dan phytoplankton untuk reaksi fotosintesa yang menghasilkan oksigen. Jika reaksi fotosintesa terhambat, maka penambahan oksigen terlarut akan tidak berlangsung secara maksimal dan jumlah phytoplankton akan menurun.

3. Warna :

Limbah cair yang berwarna akan meningkatkan warna badan air yang menerima limbah cair tersebut, jika air limbah langsung dibuang ke lingkungan. Badan air yang berwarna dapat menyerap berbagai panjang gelombang cahaya matahari, sehingga intensitas cahaya yang diperlukan untuk reaksi fotosintesa akan menurun.

4. Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen, D.O.) :

Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh temperatur, kelarutan oksigen dalam air adalah tinggi, pada temperatur yang rendah dan sebaliknya D.O. yang tinggi di badan air harus dipertahankan untuk kelangsungan hidup biota air.

5. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Limbah cair industri umumnya mengandung senyawa organik. Senyawa organik ini dibagi menjadi :

a. Senyawa organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme melalui proses oksidasi biokimia (biodegradable organic substances).

b. Senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

Parameter BOD ini adalah parameter yang digunakan untuk tolok ukur kandungan senyawa organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Tolok ukur ini dipilih karena kebutuhan oksigen untuk reaksi yang dilakukan oleh sel ini setara dengan konsentrasi senyawa organik yang diuraikan.

6. Chemical Oxygen Demand (COD) :

Senyawa organik masih banyak yang tidak dapat dimanfaatkan atau tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam perairan alami. Senyawa-senyawa ini dinyatakan sebagai tolok ukur yang lain untuk menyatakan kebutuhan oksigen yang diperlukan pada reaksi oksidasi secara kimiawi. Kebutuhan oksigen untuk reaksi ini dinyatakan sebagai Chemical Oxygen Demand (COD). Nilai COD ini mencakup kebutuhan oksigen untuk reaksi biokimia, karena senyawa organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme dapat pula mengalami oksidasi melalui reaksi kimiawi, jadi nilai COD dari suatu hasil analisa cuplikan akan selalu memiliki nilai numerik yang lebih besar daripada nilai BOD.

II. PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH.

Upaya penurunan kadar limbah yang terkandung dalam air dapat dilakukan dengan penerapan suatu sistem perlakuan limbah yang didasarkan atas perkiraan sifat-sifat limbah cair tersebut. Sistem perlakuan terhadap limbah cair dapat dilakukan sebagai berikut (lihat tabel 1).

- a. Perlakuan awal/primer
- b. Perlakuan sekunder
- c. Perlakuan tersier
- d. Perlakuan lumpur.

Tabel 1 : Satuan proses dan operasi dari kelompok perlakuan.

Kelompok	Satuan Proses dan Satuan Operasi
Perlakuan awal	Penyaringan serpihan Pemisahan padatan Pemisahan minyak dan lemak
Perlakuan Primer	Netralisasi Koagulasi dan flokulasi Sedimentasi Flotasi
Perlakuan Sekunder	Kolam oksidasi Lokun dan aerasi Proses lumpur aktif secara konvensional Modifikasi proses lumpur aktif Lapped aeration Step aeration Contact stabilization High rate aeration Oxydation ditch Ricocking filter Rotated biological contactor Fluidized bed
Perlakuan Tersier	Penyerapan dengan karbon aktif Pertukaran ion Nitrifikasi dan denitrifikasi secara biologi dan tak biologi. Penapisan ultra Osmosis - Balik Elektrodialisis
Perlakuan Lumpur	Pengurangan kandungan air Insinerasi Pencerna aerobik Pencernaan anaerobik

III. PERLAKUAN PENDAHULUAN TERHADAP AIR LIMBAH.

Penelitian Pendahuluan pengolahan air limbah secara aerobik dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kadar limbah yang

sebagai terkandung didalam air limbah dapat diolah dengan cara yang ekonomis. Adapun perlakuan terhadap air limbah yang akan diolah dapat digolongkan sebagai berikut (lihat tabel 2).

Tabel 2 : Perlakuan air limbah sesuai dengan sifat-sifat air limbah

Senyawa Anorganik	Senyawa gabungan Perlakuan gabungan	Senyawa organik
Perlakuan kimiawi Netralisasi Koagulasi dan flokulasi Oksidasi reduksi	Perlakuan fisis Sedimentasi Penguapan Flotasi Penapisan Sentrifugasi Penyaringan Insinerasi Pengeringan Penampungan	Perlakuan biologi Aerasi Proses lumpur aktif konvensional Contact stabilization Step aeration Laguna Pencernaan aerobik Pencernaan anaerobik Desinfeksi

V. METODA PENELITIAN

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda pengolahan air limbah secara aerobik.

IV.1. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Reaktor, dengan kapasitas 3 liter yang dilengkapi dengan :

- bak pengendap
 - bak aerasi
 - compresor yang dapat menghasilkan udara supaya terjadi aerasi didalam reaktor.
2. Tangki equalisasi/ tangki penampungan yang mempunyai kapasitas penampungan 20 liter. Tangki ini dilengkapi dengan pengaduk dan pendingin yang bersuhu $< 10^{\circ}\text{C}$ (agar supaya kandungan air limbah tidak berubah selama proses pengolahan).

Gambar 1 : Alat Pengolahan Limbah Secara Aerobik.

Keterangan :

- 1 = Influent
- 2 = Udara
- 3 = bak aerasi
- 4 = bak pengendapan
- 5 = pembatas antara bak aerasi dan bak pengendapan.
- 6 = effluent
- 7 = lumpur aktif

IV.2. Tahap-Tahap Penelitian

1. Influent dan lumpur aktif sebelum diperlakukan diukur pH nya terlebih dahulu . pH yang diinginkan untuk influent dan lumpur

aktif adalah minimal 6,6 (pada keadaan awal). Setelah Penelitian berlangsung pH ini harus selalu dikontrol sebagai berikut :

- Pada Reaktor :

Untuk $\text{pH} > 7,5$ (basa), harus ditambahkan HCL encer sehingga tercapai $\text{pH} 7,0 - 7,5$.

Untuk $\text{pH} < 6$, (asam) harus ditambahkan NaOH encer sehingga tercapai $\text{pH} 7,0 - 7,5$.

- Pada Tangki Equalisasi :

pH diusahakan $6,5 - 7,0$

2. Untuk selanjutnya perlakuan terhadap influent dan lumpur aktif adalah sebagai berikut :

GAMBAR : Diagram alir perlakuan influent.

3. Pengamatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung antara lain :

- Influent, yang harus diperiksa : pH, BOD, COD dan MLSS setiap 2 kali dalam seminggu.
- Lumpur aktif, yang harus diperiksa : pH, MLSS dan suhu, dilakukan setiap hari.

c. Effluent, yang harus diperiksa BOD, COD, setiap 2 hari sekali dengan pH, MLSS diperiksa setiap hari.

d. Masukan data-data tersebut kedalam tabel.

e. Buat grafik effluent tentang :

1. Grafik COD Vs Hari.

GAMBAR 3 : Grafik COD effluent Vs Hari

Keterangan :

- Angka 2100 mg / l : menunjukkan kadar COD dari air limbah pada keadaan awal.
- Angka 700 mg/l : menunjukkan angka yang

stabil sampai dengan hari ke 10, ini berarti bahwa bakteri sudah tidak mampu lagi menurunkan angka 700 mg/l tersebut (keaktifan bakteri mencapai titik maksimum).

2. Grafik BOD effluent Vs Hari

GAMBAR 4 : Grafik BOD effluent Vs Hari

Keterangan :

Dari grafik BOD eff Vs Hari tersebut dapat dihitung BOD removal dengan cara angka BOD tertinggi - angka BOD terendah = mg/l, sehingga % BOD removal =

$$\frac{\text{BOD } t - \text{BOD } r}{\text{BOD eff } t} \times 100 \% = \dots\dots\dots \%$$

t = Tertinggi. r = Rendah.

Dari Pembuatan grafik COD eff Vs Hari dan BOD eff Vs Hari, maka dapat diketahui sejauhmana keaktifan bakteri secara maksimum dapat mengolah/menurunkan kandungan BOD/COD dalam

pengolahan air limbah tersebut (dapat dilihat dari angka BOD/COD yang terendah). Apabila angka BOD/COD tersebut diatas nilai baku mutu (standard yang ditetapkan) maka harus dicari pemecahannya agar supaya BOD dan COD tersebut memenuhi baku mutu, misalnya dengan cara : penambahan bahan kimia (proses koagulasi dan sedimentasi) atau perlakuan secara fisika.

3. Buat grafik MLSS Vs Hari.

MLSS sebaiknya setiap hari meningkat, ini menandakan bahwa keaktifan bakteri tersebut meningkat atau semakin banyak pertumbuhan bakteri (perkembang biakan bakteri terjadi dengan baik).

GAMBAR 5 : Grafik MLSS Vs Hari

f. Hitung BOD/COD load (beban BOD/ COD).

Maksud penghitungan BOD load adalah adalah untuk mengetahui berapa besar air menanggung beban BOD/COD dalam pengolahan air limbah tersebut.

Adapun BOD/COD load yang ideal dalam pengolahan air limbah secara aerobik umumnya sekitar 0,4 - 0,6 kg/M³ hari, apabila BOD load < 0,4 kg/M³ hari, ini -

menunjukkan bakteri kurang aktif dikarenakan kemurungan makanan (bakteri kurus). Dan apabila BOD load > 0,6 kg/M³.hari , ini menunjukkan bahwa bakteri terlalu gemuk sehingga sukar untuk mengadakan aktifitas. Untuk mencapai BOD load yang ideal (0,4 - 0,6) kg/M³.hari, dapat dicapai dengan cara sebagai berikut :

- memperkecil debit, Q (flow rate).
- memperbesar volume bak aerasi.

Rumus perhitungan BOD/COD load :

$$\text{COD load} = \frac{Q \times (\text{COD})}{(\text{Vol. reaktor})}$$

COD load menunjukkan banyaknya zat

organik yang terkandung dalam bak aerasi atau besarnya beban zat organik yang terkandung dalam MLSS.

$$\text{BOD load} = \frac{Q \times (\text{BOD})}{(\text{Vol. reaktor})}$$

g. Buat tabel BOD load dan BOD removal, seperti berikut :

TABEL 3 : BOD load dan BOD removal.

BOD load					
BOD removal	%	%	%	%	%

h. buat grafik BOD Removal Vs BOD load.

GAMBAR : Grafik BOD removal Vs BOD load.

Tabel 4 : Contoh Hasil Penelitian Secara Keseluruhan Pemeriksaan awal

TANGGAL	INFLUENT				LUMPUR AKTIF	
	Ph	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	pH	SS mg/l

i. Buat tabel hasil penelitian secara keseluruhan selama penelitian berlangsung.

IV.3. Hasil penelitian pendahuluan pengolahan air limbah secara aerobik :

Pada penelitian ini, penyusun mencoba meneliti air limbah rumah tangga yang mempunyai konsentrasi COD sekitar 800-1500 mg/l, namun yang digunakan dalam penelitian ini air limbah rumah tangga yang sudah diencerkan. Untuk tangki - 1, mempunyai kandungan COD kurang lebih 600 - 700 mg/l. dan untuk tangki - 2 mempunyai kandungan COD kurang lebih 350-400 mg/l. pH kedua tangki ini sekitar 6-7, sedangkan konsentrasi MLSS (SS) di dalam reaktor adalah sekitar 2000-3000 mg/l Hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5, dari tabel ini dapat kita simpulkan bahwa sebaiknya yang perlu diperhatikan pada keadaan awal dari pengolahan limbah secara aerobik, ini adalah kandungan MLSS dan kadar BOD yang terkandung da

lam air limbah tersebut. Kandungan MLSS perlu kita perhatikan, karena pada MLSS ini terkandung bakteri yang dapat mengolah air limbah, sehingga kita dapat mengetahui baik atau tidak berkembang biaknya dari bakteri tersebut.

- Jika kadar MLSS belum ada/sedikit peningkatannya, ini berarti berkembangbiaknya dari bakteri pengolah air limbah belum begitu aktif, sehingga penurunan kadar BOD/COD (COD removal) pun tidak begitu besar (lihat hasil pengujian no.2).

- Sebaliknya jika pertumbuhan bakteri baik, maka jumlah bakteri dalam reaktor tersebut akan banyak, sehingga akan mengakibatkan penurunan kadar dari BOD dan COD (COD removal) cukup tinggi (lihat hasil pengujian no.5)

- Namun bila kandungan MLSS sudah terlalu banyak dalam reaktor, maka penurunan kadar BOD/COD (COD removal) akan menurun, ini disebabkan karena terikutsertanya SS kedalam effluent (effluent agak keruh, lihat hasil pengujian no.13).

[illegible]

Tabel 5 : Hasil Pengujian Pendahuluan Pengolahan Air Limbah
Rumah Tangga Secara Aerobik

No	Tanki Air Limbah				Reaktor								COD Removal Rate (%)	
	pH		COD: mg/l		pH		COD mg/l		BOD mg/l		SS mg/l		R1	R2
	T1	T2	T1	T2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2		
1.	7,1	7,5	707	372	8,0	7,9	415	165	-	-	-	-	41	56
2.	7,1	7,0	673	400	8,1	8,2	220	177	55	9	3260	4820	67	56
3.	7,4	7,2	672	335	7,9	8,0	132	114	-	-	-	-	80	66
4.	7,2	7,1	623	308	7,8	7,7	131	114	-	-	-	-	78	63
5.	7,5	7,5	676	303	8,0	8,1	65	56	21	3	10560	8380	90	82
6.	7,4	7,4	679	291	7,8	8,0	45	38	-	-	-	-	93	87
7.	7,5	7,2	619	281	7,8	8,2	44	35	-	-	-	-	93	88
8.	7,2	7,2	602	345	7,9	7,8	107	77	TT	15	-	-	82	78
9.	6,9	7,1	827	443	7,6	7,5	66	134	-	-	-	-	92	70
10.	6,8	6,5	795	454	7,9	7,9	258	98	20	53	14140	11000	68	78
11.	6,6	6,9	834	428	7,7	7,8	378	92	27	83	-	-	55	79
12.	6,8	6,9	703	294	8,0	7,8	367	28	68	TT	-	-	48	90
13.	6,8	6,9	668	264	7,7	7,6	416	117	203	83	16200	12860	38	56
14.	6,5	7,2	758	167	8,3	8,3	173	8	27	83	-	-	99	32

TT - Tidak Terdeteksi

Tabel 5 : Hasil Pengujian Pendahuluan Pengolahan Air Limbah
Rumah Tangga Secara Aerobik

No	Tanki Air Limbah			Reaktor								COD Removal Rate (%)		
	pH	COD: mg/l		pH		COD mg/l		BOD mg/l		SS mg/l		R1	R2	
		T1	T2	T1	T2	R1	R2	R1	R2	R1	R2			
15.	6,5	6,7	610	320	7,5	7,9	167	179	114	55	14400	8700	73	71
16.	6,6	6,7	623	320	7,7	8,2	118	37	-	-	-	-	81	88
17.	6,6	6,6	677	420	7,7	7,6	132	77	80	44	-	-	81	82
18.	6,9	7,0	622	353	7,9	8,7	48	139	27	71	12460	8720	92	61
19.	6,7	6,6	639	406	7,7	8,0	83	60	-	-	-	-	87	85
20.	7,0	6,9	596	259	7,7	7,3	302	12	164	8	-	-	49	95
21.	6,9	7,1	557	200	7,5	7,4	231	16	113	23	16900	4060	59	92
22.	7,2	7,2	600	267	7,6	7,5	234	44	191	12	-	-	61	84
23.	6,9	7,0	723	293	7,7	7,8	350	21	-	-	-	-	58	93
24.	7,1	7,0	522	276	8,2	7,9	220	81	128	44	-	-	58	71

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pendahuluan ini dapat kami simpulkan bahwa air sebelum diperlakukan, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk setiap sample yang digunakan dalam penelitian, parameter tertentu diperiksa keadaan awalnya.
- Tentukan jenis apa sebenarnya air limbah yang akan diolah tersebut (misalnya senyawa organik, senyawa anorganik atau senyawa gabungan), agar supaya dapat ditentukan perlakuan pendahuluan apa yang tepat untuk air limbah tersebut.
- Setelah berlangsung penelitian, segera masukan data kedalam tabel, kemudian dibuat grafik - grafik yang dibutuhkan, agar supaya dari hasil penelitian tersebut akan segera diketahui hasil pengolahan air limbah tersebut, sehingga dapat menentukan langkah selanjutnya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Sistem Pengolahan Limbah Cair
Oleh : Dr. Ir. Wibowo MH. Surjowidjojo
2. Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah
Oleh : Sugiharto
3. Industrial Pollution Control
General Review and Practice in Japan
Volume 1 : Air and Water
Industrial Pollution Control Association
of Japan. Tokyo, Japan.

-----00000000000000000000-----