

KINERJA ROTATION BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC) TERHADAP NH_4 - N

Oleh:

Eko Harsono dan Tuahta Tarigan

PENDAHULUAN

Amoniak (NH_4 -N) merupakan produk akhir metabolisme nitrogen yang bersifat racun bagi kehidupan hewan air maupun makhluk hidup yang memanfaatkannya air tersebut. Peraturan pemerintah melalui Menteri KLH tahun 1990 tentang pengendalian pencemaran air, kualitas air untuk golongan C ditetapkan untuk Amoniak ambang batasnya 0,02 mg/L. Dilatar belakangi dengan peraturan tersebut maka telah dilakukan penelitian awal teknologi tepat guna secara efisien dan biaya rendah yaitu dengan RBC.

RBC (Rotating Biological Contactor) merupakan salah satu "inovasi teknologi" dalam bioteknologi pengolahan air limbah secara biologis, karena dalam banyak hal RBC merupakan jawaban terhadap berbagai kelemahan dan kekurangan dari sistem pengolahan konvensional, terutama dalam hal :

- konservasi energi
- keterbatasan lahan untuk dalam stabilitas terhadap shock load
- kinerja proses sistem yang sangat tinggi.

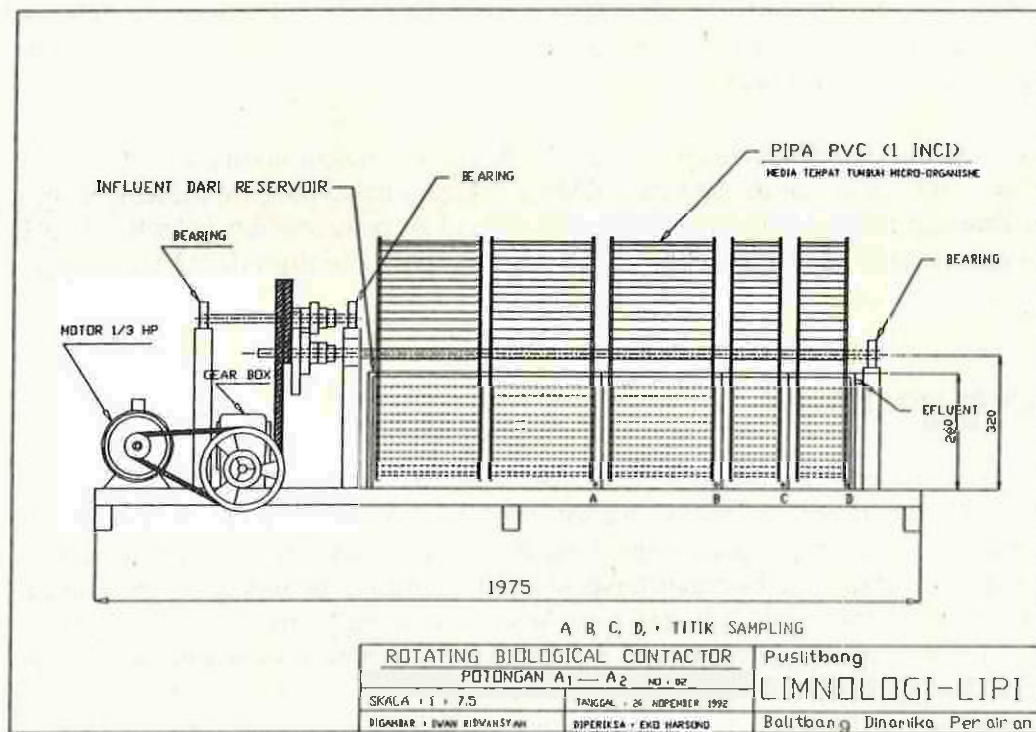
Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat penguraian dan pemisahan amoniak (NH_4 -N) yang terdapat dalam air limbah buatan yang merupakan fungsi dari waktu tinggal (td) dalam reaktor.

BAHAN DAN CARA KERJA

Konstruksi RBC sebagai pengolahan limbah dibuat dalam skala laboratorium yang terdiri dari reaktor empat stage seri.

Diameter reaktor (m)	: 0,6
Panjang reaktor (m)	: 1,17
Diameter pipa (inci)	: 0,5
Submergenze media %	: 40,0
Luas dan volume stage	I 15,96 m ² 61,24 L
	II 7,98 m ² 31,71 L
	III 3,97 m ² 18,04 L
	IV 3,97 m ² 18,04 L

Kecepatan rotasi RBC konstan pada 2 rpm, pembebanan hidrolis (Td) terdiri dari 7 jam 3 jam dan 1,5 jam, sedangkan pembebanan organik (F) 500, 1000, 1500, 2000, 3000, dan 4000 mg/L BOD dan konsentrasi amoniak (NH_4) sebesar 50 mg/L. Pembebanan dibuat dengan menggunakan limbah buatan (artificial wastewater) dengan komposisi tertentu yang BOD nya kurang lebih sama dengan BOD dan NH_4 seperti diatas.



Gambar 1. Reaktor RBC media pipa PVC

Tabel 1. KANDUNGAN BAHAN DALAM AIR

Perkiraan BOD mg/L	NH_4 mg/L	Gula (gr)	NH_4CL (gr)	KH_2PO_4 (gr)	MgSO_4 (gr)	CaCl_2 (gr)	FeCl_3 (gr)	NaHCO_3 (gr)
500	50	486.4	119	36.4	20	10	0.2	210
1000	50	972.8	119	72.8	20	20	0.5	210
1500	50	1459.3	119	109.7	25	30	0.5	210
2000	50	1945.2	119	146.0	30	35	0.6	210
3000	50	2918.0	119	218.8	30	40	0.8	210
4000	50	3890.4	119	292.0	40	50	1.0	210

Sampling dilakukan pada 5 titik yaitu :

- 1 influen
- 2 outlet stage I
- 3 outlet stage II
- 4 outlet stage III
- 5 outlet stage IV
(enfluen)

Pengukuran konsentrasi dilakukan setelah keadaan steady state tercapai yang ditentukan berdasarkan pengamatan hasil removal (penyisihan) COD (KMnO_4) konstan, dengan fluktuasi hasil pengamatan $< 10\%$). Untuk optimasi hasil dari proses pH, DO dan suhu juga diamati pada setiap segmen reaktor.

Untuk analisa BOD digunakan metode Winkler pada waktu inkubasi 5 hari pada suhu 20°C , analisa COD dilakukan dengan cara KMnO_4 . Angka-angka yang diperbolehkan ini untuk mengetahui keadaan steady state proses sebelum dilakukan pengambilan contoh air, pH, DO dan suhu diukur secara langsung dengan pH meter dan portable digital DO/O₂/Temp meter UK- 2000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Tabel 4 kelihatan nilai pH rata-rata pada stage 1 turun sampai dibawah netral < 6 , ini terjadi pada hampir di setiap kondisi operasi, sedangkan pada stage II, III dan IV nilai pH normal kembali. Penurunan pH pada stage 1 ini disebabkan masih relatif tingginya zat organik (beban organik) dalam air buangan tersebut. Pada dasarnya proses aerob penguraian zat organik yang terdapat dalam air buangan akan senantiasa menghasilkan gas CO_2 yang dapat menyebabkan turunya pH dari air buangan itu sendiri. Disamping itu pada proses Fixed Film RBC dimana dalam keadaan beban organik cukup tinggi terutama pada stage 1, sehingga terbentuknya lapisan biofilm anaerob pada bagian dalam lapisan biofilm tersebut yaitu antara fasa media dengan lapisan aktif biofilm. Lapisan biofilm anaerob ini akan menghasilkan senyawa yang bersifat asam (asam alkohol) seperti yang ditemukan dalam penelitian Quano (1983) dan Echelberger (1985), ternyata asam alkohol yang dihasilkan oleh lapisan biofilm anaerob serta CO_2 yang terbentuk pada lapisan aerob dan anaerob akan menyebabkan pH air buangan pada stage I turun.

Dari Tabel 5 terlihat bahwa DO terendah terjadi pada stage I dan kembali naik pada stage berikutnya (stage I, II dan III) sesuai dengan aliran proses dalam reaktor. Penurunan ini disebabkan oleh tingginya aktifitas biologis (biooksidasi) pada stage tersebut. Konsentrasi DO relatif tinggi $> 4 \text{ mg/L}$ pada setiap stage, ini menunjukkan bahwa kondisi proses berada dalam keadaan "aerobik" sempurna. Hal ini dimungkinkan oleh terjadinya turbulensi aliran dalam reaktor akibat gerak rotasi media. Sesungguhnya faktor yang paling esensial dalam proses transfer oksigen pada sistim RBC adalah proses difusi oksigen (O_2) kedalam lapisan biofilm, karena secara keseluruhan proses biologis esensial adalah proses penguraian zat organik dari inorganik akan terjadi pada lapisan Biofilm (Fixed Film Layer). Semakin tebal lapisan biofilm yang terbentuk pada permukaan media maka semakin tinggi pula tingkat kesulitan penetrasi oksigen kedalam lapisan paling dalam biofilm tersebut.

Suhu dalam hal ini relatif tidak berpengaruh terhadap berlangsungnya proses, karena perbedaan temperatur lingkungan (temperatur ruangan laboratorium) relatif kecil dan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 2. Kondisi Operasi

No	Kondisi operasi	Td (Jam)	Rotasi Rpm
1	I	7	2
2	II	7	2
3	III	7	2
4	IV	7	2
5	V	7	2
6	VI	7	2
7	VII	3	2
8	VIII	3	2
9	IX	3	2
10	X	3	2
11	XI	3	2
12	XII	3	2
13	XIII	1,5	2
14	XIV	1,5	2
15	XV	1,5	2
16	XVI	1,5	2

Tabel 3. Konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$

BOD mg/L	$\text{NH}_4\text{-N}$ mg/L	Inf	Konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$				Overall Removal (%)
			StI	StII	StIII	StIV	
500	50	56	49,4	17,26	15,57	0,05	99,90
1000	50	53	52,6	25,17	11,40	1,27	97,60
1500	50	49	53,4	32,18	18,2	5,28	89,22
2000	50	54	51,2	47,10	32,8	20,70	61,66
3000	50	55	56,2	48,4	38,4	16,94	69,2
4000	50	52	47,2	48,9	46,7	34,40	33,84
500	50	47,7	48,9	30,9	24,8	10,40	78,05
1000	50	48,7	54,9	46,4	31,4	19,4	60,16
1500	50	59,8	56,4	41,4	33,6	29,4	50,83
2000	50	57,4	49,4	51,4	50,6	34,4	40,06
3000	50	62,4	57,9	59,6	52,7	41,4	33,65
4000	50	48,8	52,4	51,4	49,8	50,8	0
500	50	48,9	52,4	42,7	37,6	22,4	54,19
1000	50	54,9	52,6	53,4	51,6	44,8	18,39
1500	50	53,4	54,7	48,4	49,8	51,6	3,37
3000	50	51,4	53,4	50,6	52,4	51,7	0

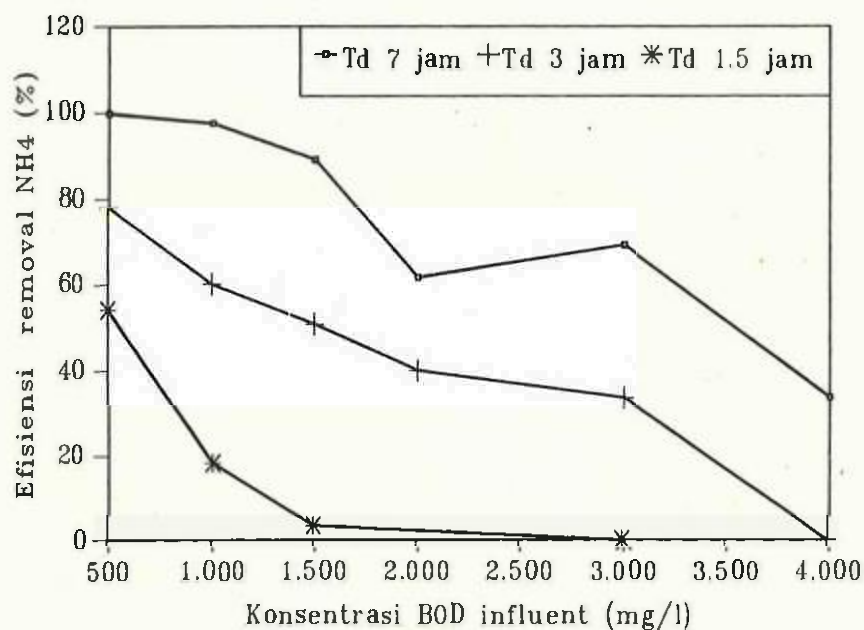
Tabel 4. pH Air Limbah Setiap Stage pada seluruh operasi

No	Kondisi operasi	Inf	Stg I	Stg II	StgIII	Stg IV
1	I	7,2	4,9	7,4	7,6	7,2
2	II	7,1	5,2	6,9	7,4	7,4
3	III	7,2	5,3	7,3	7,5	7,3
4	IV	7,4	4,9	6,8	7,3	7,2
5	V	7,3	5,1	7,2	6,9	7,1
6	VI	7,1	5,8	6,9	7,0	7,2
7	VII	7,5	5,9	7,2	7,1	7,2
8	VIII	8,0	4,8	6,8	6,8	7,0
9	IX	7,8	5,0	6,7	6,8	6,8
10	X	6,9	4,7	6,8	6,8	7,0
11	XI	7,5	5,6	6,8	6,7	7,1
12	XII	7,2	5,4	6,5	6,4	7,0
13	XIII	6,9	4,8	5,6	6,5	6,4
14	XIV	6,8	4,9	5,7	5,8	6,2
15	XV	8,0	6,1	6,5	6,8	6,8
16	XVI	6,8	5,5	6,8	6,8	6,9

Tabel 5. DO Air Limbah pada setiap Stage

No	Kondisi operasi	Inf	Stg I	Stg II	StgIII	Stg IV	T°C
1	I	6,0	4,5	5,2	5,6	6,2	24
2	II	5,7	3,4	4,8	5,1	6,0	24
3	III	5,2	3,6	5,1	5,4	6,2	22
4	IV	6,1	2,4	5,0	5,4	5,6	24
5	V	6,0	1,8	4,3	4,8	5,8	24
6	VI	6,0	2,0	3,7	4,3	5,0	23
7	VII	6,7	5,2	5,6	6,2	6,0	24
8	VIII	5,7	5,1	6,0	6,1	5,9	24
9	IX	6,0	4,7	5,0	5,8	6,2	24
10	X	6,0	4,0	5,1	5,7	6,3	23
11	XI	6,1	3,7	4,3	5,1	5,4	23
12	XII	6,2	3,2	3,8	4,7	5,4	24
13	XIII	6,1	5,6	6,1	6,0	6,0	24
14	XIV	5,8	4,7	4,4	6,0	6,1	24
15	XV	5,7	3,2	4,2	4,8	5,4	24
16	XVI	6,0	3,1	4,7	4,8	5,8	24

Analisa pengaruh pembebanan hidrolis (T_d) terhadap efisiensi pengurai/pemisah konsentrasi amoniak terhadap waktu detensi (T_d) dari 7 jam, 3 jam dan 1,5 jam pada kecepatan rotasi yang sama (2 rpm) dapat dilihat pada tabel 3. Pada waktu detensi (T_d) 7 jam efisiensi pengurai/pemisah total (overall removal) NH_4 tertinggi (99,90%) terjadi pada kondisi operasi I ($F=500$ mg/L), sedangkan terendah (33,90 %) pada kondisi operasi VI ($F=4000$ mg/L). Waktu detensi (T_d) 3 jam efisiensi pemisah total NH_4 tertinggi (78,0 %) pada kondisi operasi VII ($F=500$ mg/L) terendah (0,0 %) pada kondisi operasi XII ($F=4000$ mg/L), sedangkan pada T_d 1,5 jam efisiensi total NH_4 tertinggi (54,19%) pada kondisi operasi XIII ($F=500$ mg/L) dan terendah (0,0 %) pada kondisi operasi XVI ($F=3000$ mg/L). Dari data-data seperti diatas dan ditunjukkan pada Gambar 2. Dimana besarnya "Overall removal" NH_4 yang terjadi lebih dipengaruhi oleh pembebanan hidrolis (T_d).



Gambar 2. Kurva efisiensi removal NH_4 -N per Stage

KESIMPULAN

Dari percobaan skala laboratorium penyisihan (removal) NH_4 -N dengan RBC, konsentrasi NH_4 -N 50 mg/L dapat diperkecil konsentrasinya menjadi 0,054 mg/L (Tabel 3) pada waktu detensi 7 jam dan efisien penyisihan 99,90%. Untuk memperbesar efisiensi penyisihan mungkin diperlukan waktu detensi (T_d) lebih lama lagi namun ini perlu diadakan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1990, Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. KEP-02/MEN KLH/I/1988, *Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. 57 hal.
- Echelberger J.W.F., 1985, Rotating Biological Contactors Hidrolic Versus Organik Loading *Water Engineering Research Laboratory*, U.S, E.P.A, Cicinnati, Ohio, 365 p.
- Quano E.A.R., 1983, *Principal of Wastewater Treatment*, Vol 1, Biological Proses, Natural Science Development Board, Manila, 353 p.