

# PENELITIAN PENENTUAN KONSTANTA SATURASI (K<sub>s</sub>) PADA RBC UNIT

Oleh : Prayitno.

## ABSTRACT

Kinetic of Rotating Biological Contactor have been investigated by many researchers. In general the model employed either saturation kinetic (following Monod equation) or first order kinetic to describe substrate removal. In this experiment, saturation kinetic model was used to find out the saturation constant of the RBC unit. The influent fed into the unit was synthetic waste water with glucose as organic carbon sources. The flow was maintained constant at 20.4 l/d and COD influent was in range of 414.05 to 644.92 mg/l. Analysis data by using last square method resulted the saturation constant (K<sub>s</sub>) 11.17 mg/l with 20 hours of detention time.

## I. PENDAHULUAN

Rotating Biological Contactor (RBC) adalah suatu sistem penanganan limbah secara biologi, dimana biomas aktif lebih banyak yang menempel dalam suatu plat bentuk lingkaran dari pada yang tersuspensi dalam larutan seperti dalam sistem lumpur aktif. Beberapa keuntungan dengan menggunakan RBC antara lain:

- Detention time (waktu menetap) yang pendek karena luas permukaan yang kontak dengan cairan limbah lebih besar.
- Mempunyai kemampuan untuk menangani limbah dengan kualitas limbah yang bervariasi tanpa mengalami shock loading.
- Tidak memerlukan tempat yang luas.
- Tidak diperlukan recycle sludge.
- Biomas lepas mudah diendapkan.

Untuk mendesain suatu RBC unit perlu terlebih dulu dicari konstanta saturasi ( $K_s$ ) dari sistem tersebut.

Konstanta saturasi ( $K_s$ ) adalah kadar dari substrat (organik carbon) yang mana akan memberikan kecepatan pertumbuhan biomas ( $\mu$ ) sejauh dari kecepatan pertumbuhan maksimum ( $\mu_{max}$ ). Untuk mencari  $K_s$ , Benefield (1985) telah mengembangkan Monod model dengan didasarkan pada kesetimbangan material.

$$\Sigma \left| \begin{array}{l} \text{Perubahan konsentrasi} \\ \text{substrat dalam reaktor} \end{array} \right| = \Sigma \left| \begin{array}{l} \text{Konsentrasi substrat} \\ \text{masuk reaktor} \end{array} \right| - \Sigma \left| \begin{array}{l} \text{Konsentrasi} \\ \text{substrat yang} \\ \text{hilang dalam} \\ \text{reaktor.} \end{array} \right|$$

Dengan menggunakan persamaan matematika, maka kesetimbangan material dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{ds}{dt} V = QS_0 - \left( \frac{ds}{dt} \right)_{uA} V_a + \left( \frac{ds}{dt} \right)_{us} V_s + QS_e \quad (1)$$

Dimana:

$\frac{ds}{dt}$  = perubahan konsentrasi substrat (mg/l/d)

$V$  = Volume reaktor (l)

$Q$  = debit influent (l/d)

$S_0$  = konsentrasi substrat influent (mg/l)

$S_e$  = konsentrasi substrat effluent (mg/l)

$V_a$  = volume biomas aktif yang melekat pada disk(l)

$V_s$  = volume biomas dalam larutan (l)

$\left( \frac{ds}{dt} \right)_{uA}$  = kecepatan penggunaan substrat per unit volume oleh biomas yang melekat dalam disk, mg/l/d.

$\left( \frac{ds}{dt} \right)_{us}$  = kecepatan penggunaan substrat per unit volume oleh biomas tersuspensi, mg/l/d.

Bila energi yang digunakan untuk pemeliharaan pertumbuhan biomas diaabaikan, maka persamaan (1) menjadi :

$$\frac{ds}{dt} V = QS_0 - \left( \frac{\mu_A X_f}{Y_A} \right)_{uA} V_a + \left( \frac{\mu_s X_f}{Y_s} \right)_{us} V_s + QS_e \quad (2)$$

Dimana:

$X_f$  = biomas aktif per unit volume dari biomas yang melekat pada disk (mg/l)

$$\begin{aligned} X_f &= \text{biomas aktif per unit volume dari biomas tersuspensi (mg/l)} \\ Y_A &= \text{kecepatan tumbuh spesifik dari biomas yang melekat dalam disk d}^{-1} \\ Y_s &= \text{kecepatan tumbuh spesifik dari biomas tersuspensi (d}^{-1}\text{)} \\ \mu_A &= \text{kecepatan tumbuh biomas dalam disk (mg/l/d)} \\ \mu_s &= \text{kecepatan tumbuh biomas tersuspensi (mg/l/d)} \end{aligned}$$

Apabila  $d$  = tebal dari biomas aktif dalam disk sedangkan  $A$  = luas disk yang terendam dalam larutan limbah yang mana :

$$A = 2 N \pi (r_o^2 - r_u^2) \quad (3)$$

Dengan  $N$  = jumlah disk

$r_o$  = jari-jari disk total,dm

$r_u$  = jari-jari disk yang tak terendam larutan, dm

Dengan memasukan persamaan (3) kedalam (2) dan dalam keadaan setimbang maka persamaan menjadi:

$$0 = QS_0 - \left( \frac{\mu_A X_f}{Y_A} \right) uA d 2 N \pi (r_o^2 - r_u^2) + \left( \frac{\mu_s X_f}{Y_s} \right)_{us} V_s + QS_e \quad (4)$$

Pertumbuhan biomas mengikuti persamaan Monod:

$$\mu = \mu_{max} \times \frac{S_0}{K_s + S} \quad (5)$$

$$\text{andaikan } p = \frac{(\mu_{max}) A X_f d}{Y_A} \quad (6)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (5) dan (6) ke (4) akan diperoleh persamaan linier :

$$\frac{2 N \pi (r_o^2 - r_u^2)}{Q (S_0 - S_e)} = \frac{K_s}{p S_e} + \frac{1}{p}$$

Sesuai dengan persamaan garis linier  $Y = aX + B$  didapat :

$$Y = \frac{2 N \pi (r_o^2 - r_u^2)}{Q (S_0 - S_e)}$$

$$X = \frac{1}{S_e}$$

## I. MATERI DAN METODA PENELITIAN

### A. Materi Penelitian

#### 1. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini meliputi  
a. Bahan untuk limbah cair sintetis dengan komposisi :

Bahan kimia	Jumlah per liter (g)
Glucose	60
Urea	5
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,85
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2,18
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1,77
NH <sub>4</sub> Cl	0,17
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	2,25
CaCl <sub>2</sub>	2,75
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,03

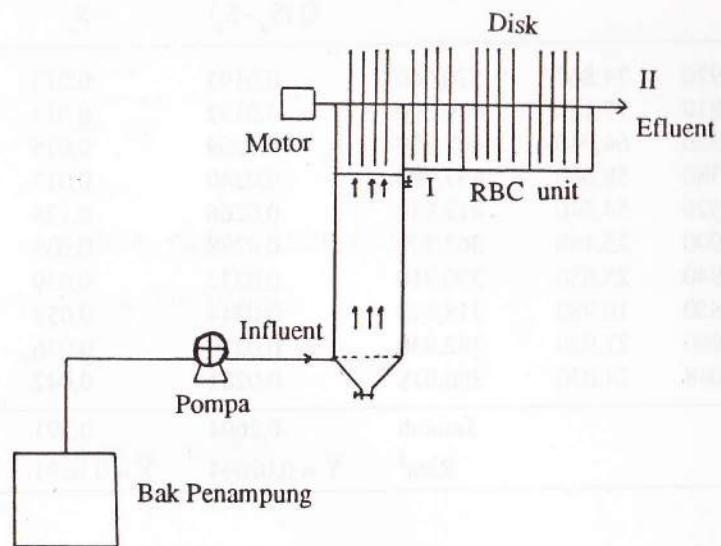
#### b. Bahan kimia untuk pengujian COD

#### 2. Peralatan

- a. RBC unit reaktor.
- b. Alat-alat gelas untuk pengujian COD.

## B. Metoda Penelitian

### 1. Skema reaktor untuk penelitian



### 2. Cara kerja.

Limbah cair sintetik dalam bak penampungan dipompa menggunakan pompa peristaltik dengan kecepatan 20,4 l/d masuk melalui kolom gelas kemudian masuk ke unit RBC dengan waktu menetap 20 jam. COD diukur pada titik sampling I dan II.

### 3. Metoda analisa data.

Dengan last square method, data-data COD yang diperoleh di plotkan pada persamaan (7) dengan N= 16, r<sub>o</sub> = 1,5 dm , r<sub>u</sub> = 0,15 dm dan Q = 20,4 l/d.

## III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian.

Dari percobaan dilakukan pengujian terhadap COD influent ( $S_i$ ) dan COD effluent ( $S_e$ ). Data-data hasil analisa COD yang didapat kemudian dilakukan analisa data sebagai berikut :

TABEL 3.1. DATA PENELITIAN

$S_o$ (g/l)	$S_e$ (g/l)	$S_o - S_e$	$\frac{2N \pi (r_o^2 - r_e^2)}{Q (S_o - S_e)} = Y$	$\frac{1}{S_e} = X$
644,920	74,860	570,060	0,0193	0,013
647,810	77,120	570,690	0,0192	0,013
472,320	64,940	407,380	0,0269	0,015
516,380	58,680	457,700	0,0240	0,017
467,520	54,540	412,980	0,0266	0,128
394,000	25,440	368,560	0,0298	0,039
355,940	25,630	330,310	0,0332	0,039
335,850	16,980	318,870	0,0344	0,059
420,860	27,930	392,930	0,0279	0,036
414,048	24,030	390,018	0,0281	0,042
Jumlah			0,2694	0,291
Rata <sup>2</sup>		$\bar{Y} = 0,02694$	$\bar{X} = 0,0291$	

TABEL 3.2. PERHITUNGAN LAST SQUARE METHOD

$X - \bar{X}$	$Y - \bar{Y}$	$(X - \bar{X})^2 / 10^{-4}$	$(Y - \bar{Y})^2 / 10^{-4}$	$(X - \bar{X})(Y - \bar{Y}) / 10^{-4}$
- 0,016	-0,0076	2,5921	0,5837	0,5852
- 0,0161	-0,0077	2,5921	0,5990	1,2397
- 0,0141	-0,0000	1,9881	0,0000	0,0000
- 0,0121	-0,0029	1,4641	0,0864	0,3509
- 0,0111	-0,0003	1,2321	0,0010	0,0033
- 0,0099	0,0029	0,0808	0,0818	0,2871
0,0099	0,0063	0,9801	0,3919	0,6237
0,0299	0,0065	8,9401	0,4173	0,9435
0,0069	0,0010	0,4761	0,0009	0,0069
0,0129	0,0012	1,6641	0,0013	0,1548
Jumlah		22,9090	2,1635	5,1951
		(var.X)	(var.Y)	(covar.X,Y)

Dengan menggunakan persamaan garis linier :  $Y = ax + b$ , diperoleh $a = \text{Covar } X, Y$ 

$$a = \frac{\text{Covar } X, Y}{\text{Var } X}$$

$$= \frac{5,1951 \cdot 10^4}{22,9090 \cdot 10^4} = 0,2268$$

$$b = Y - ax$$

$$= 0,02694 - 0,2268 \times 0,0291 = 0,0203$$

Dari persamaan (7) diketahui :

$$b = 1/p$$

jadi

$$p = 1/0,0203 = 49,2610$$

dan

$$a = Ks/p \quad \text{sehingga} \quad Ks = a \times p \\ = 0,2268 \times 49,2610 \\ = 11,1723 \text{ mg/l}$$

## B. Pembahasan

Dari penelitian didapat harga dari konstanta saturasi (Ks) yaitu 11,1723 mg/l. Rendahnya harga Ks ini kemungkinan disebabkan lamanya waktu menetap (detention time) yaitu 20 jam. Dari hasil penelitian Clark (1978) dilaporkan bahwa harga Ks dalam RBC sistem berkisar antara 8 sampai 146 mg/l, sedang penelitian oleh Pano, et al. (1978) didapat harga Ks berkisar antara 6 sampai 56,6 mg/l. Sehingga hasil penelitian ini masih dalam range.

## IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. RBC sistem mempunyai kemampuan yang baik untuk menurunkan kadar COD larutan dari limbah buatan dengan kadar COD awal berkisar antara 335,85 mg/l sampai dengan 641,81 mg/l.
2. Harga konstanta saturasi (Ks) dalam RBC unit dengan menggunakan 16 buah disk berdiameter total 30 cm adalah 11,1723 mg/l.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Benefield, L.D., Randal, C.W., 1980, *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
2. Clark, J.H., Moseng, E.M., 1978, *Performance of Metal Removal with Rotating Biological Contactor Under Varying Wastewater Flow*, Journal WPCF, vol 50, No. 5, pp901-911.
3. Kornegay, B.H., Andrews, J.W., 1968, *Kinetic of Fixed Film Biological Contactor*, Journal WPCF, vol 40, pp460-468.
4. Pano, A.L., Reynolds, D.H., 1980, *The Kinetic of Rotating Biological Contactor Treating Domestic Sewage*, Proceeding First National Symposium/Workshop on Rotating Biological Contactor Technology, Pennsylvania vol II, pp 449-467.