

NO: 125 / 4 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

NO.

A 528
A 528



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

**PEMBUATAN PERENCANAAN SUATU DESIGN/GAMBAR
SERTA PENGADAAN UNIT PERALATANNYA DALAM
SKALA PILOT PLAN MENGENAI PROSES NILAI
BOD (BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND)**

DISPERHISIP

BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

Jl. Jagir Wonokromo 360 Telp. 816612

S u r a b a y a

1982 - 1983

28



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

**PEMBUATAN PERENCANAAN SUATU DESIGN/GAMBAR
SERTA PENGADAAN UNIT PERALATANNYA DALAM
SKALA PILOT PLAN MENGENAI PROSES NILAI
BOD (BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND)**

BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
Jl. Jagir Wonokromó 360 Telp. 816612
S u r a b a y a
1982 - 1983

I N T I S A R I

Tujuan dari proyek ini adalah untuk membuat suatu perencanaan serta pengadaan unit peralatannya dalam skala pilot plant mengenai penekanan nilai BOD.

Tahapan yang biasa dilakukan dalam suatu perencanaan adalah : mencari data, pemilihan proses/penelitian dasar, semi pilot plant, semi commercial plant, commercial plant.

Pengerjaan tahapan tersebut dilakukan setelah diadakan evaluasi dari tahapan sebelumnya.

Dalam penelitian ini baru sampai pada tahapan penelitian dasar, karena peralatan masih bersifat laboratories dan proses batch.

Sebagai bahan dasar pada penelitian ini adalah air buangan pabrik alkohol dan sistem proses yang dipilih adalah lumpur aktif. Sedang hasil yang diperoleh adalah % pengurangan BOD tertinggi 72,03 % dan % pengurangan padatan tersuspensi tertinggi 83,90 %

Proyek : 1982 - 1983

Oleh : Ir. M.E. Hartati
Ismail B.Sc.
Prihato S.

DAFTAR ISI

	<u>Halaman.</u>
- I N T I S A R I	i
- DAFTAR ISI.	ii
BAB. I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	2
1. Pengolahan air buangan industri	2
2. Pengolahan secara biologis	2
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	6
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
V. KESIMPULAN DAN SARAN	15
VI. DAFTAR PUSTAKA	16

&&&&&

B A B IP E N D A H U L U A N

Dengan majunya teknologi dewasa ini, telah menimbulkan berbagai macam aktivitas manusia yang secara tidak langsung dapat menaikkan taraf hidup manusia.

Salah satu usaha peningkatan taraf hidup ini dapat terlihat dengan semakin suburnya pertumbuhan industri.

Peningkatan ini selain memberikan dampak positif seperti telah disebutkan diatas, juga memberikan dampak negatif, diantaranya dengan timbulnya pencemaran lingkungan akibat kegiatan industri.

Disamping hal tersebut terlihat adanya ketidak seimbangan antara kemajuan dibidang industri dengan sarana-sarana pengaman yang diperlukan untuk menghilangkan atau setidaknya mengurangi pengaruh negatif tersebut.

Pemerintah, dalam hal ini khusus pemerintah Jawa Timur telah mengeluarkan peraturan yang menyangkut masalah pencemaran lingkungan beserta standar kualitas air buangan industri melalui SK Gubernur No.43 tanggal 23 Mei 1978.

Untuk membantu pemerintah dalam rangka pelaksanaan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan tersebut, maka disini dicoba untuk melakukan percobaan penekanan BOD yang merupakan salah satu parameter penyebab pencemaran badan air.

B A B II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Pengolahan air buangan industri.

Tujuan dari pengolahan air buangan industri adalah untuk menghilangkan zat ikutan.

Untuk mengolah air buangan industri, terlebih dahulu harus diketahui kualitasnya yang dikaitkan dengan kegunaan, kualitas serta kemampuan pulih diri dari badan air yang menampung air buangan tersebut

Macam-macam pengolahan air buangan :

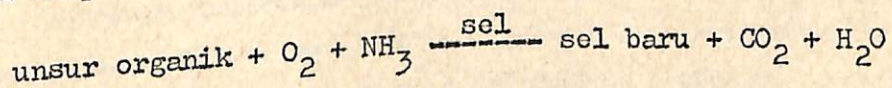
1. Pengolahan secara fisika, seperti : screening, filtrasi, sedimentasi.
2. Pengolahan secara kimia, seperti : netralisasi, koagulasi.
3. Pengolahan secara biologis, seperti : trickling filter, lumpur aktif, danau oksidasi.

II.2. Pengolahan secara biologis.

Pengolahan secara biologis adalah merupakan pengolahan tingkat dua, dalam arti bahwa selalu didahului dengan pengolahan tingkat pertama/pendahuluan.

Pengolahan secara biologis ini secara luas dipakai untuk mengolah zat organik yang larut dalam air buangan.

Yang paling berperan pada pengolahan cara ini adalah oksidasi biologis. Dimana oksidasi dilakukan oleh lumpur biologis yang terdiri dari : fungi, algae atau mikroorganisme lain yang dapat mengubah banyak komponen zat organik seperti ditunjukkan oleh reaksi :



Sistem biooksidasi untuk sebagian besar proses bekerja pada range pH 5 - 9, sedang yang optimum pada range pH 6 - 8.

Pada pengolahan tingkat dua ini, kemampuan untuk menurunkan kadar zat pencemar dalam air buangan juga ada batasnya. Dari hasil proses pengolahan tingkat dua yang bekerja baikpun masih terdapat zat-zat yang diperkirakan tidak dapat diterima dibadan air karena masih mempunyai sifat pencemar.

Sebagian besar dari senyawa organik biodegradable ($\pm 90\%$) dapat dihilangkan, tetapi sisa yang masih ada akan memberikan BOD yang tinggi pada badan air dimana air buangan itu dibuang. Untuk zat organik yang tidak biodegradable, tidak dapat dihilangkan pada pengolahan dengan cara ini.

II.2.1. Trickling filter

Trickling filter adalah alat pengolah buangan organik yang berbentuk sebuah bed.

Bed tersebut terdiri dari batu, kerikil setinggi 4 - 8 ft yang diliputi dengan film biologis, dimana digunakan sebagai lewatan air buangan. Ketika air buangan melewatinya, unsur organik yang ada dalam buangan itu akan dihilangkan oleh film biologis.

Pada bed dengan beban hidraulis maksimum $0,5 \text{ gpm/ft}^2$, akan memberikan efisiensi pengurangan BOD $\pm 85\%$.

Pada saat sekarang ini, model packing dari plastik dapat digunakan sampai ketinggian 40 ft dengan bebas hidraulis 6 gpm/ft^2 .

Effisiensi pengurangan BOD dapat mencapai 90% tergantung pada: macam air buangan, beban hidraulis dan ketinggian bed. Kadar BOD maksimum yang dapat ditangani secara efisien $\pm 500 \text{ mg/l}$, dihitung dari puncak bed.

Beberapa keuntungan dari trickling filter adalah : tenaga yang dibutuhkan sedikit, mudah dalam operasi dan perawatan. Kerugiannya meliputi : luas permukaan yang dibutuhkan besar dan sangat sensitip terhadap suhu operasi.

II.2.2. Lumpur aktif.

Lumpur aktif banyak dipakai dalam pengolahan air buangan secara biologis, karena dapat dipakai untuk mengolah air buangan dan effluent dengan berbagai variasi menurut yang dikehendaki.

Proses lumpur aktif menggunakan mikroorganisme dengan jenis yang sama seperti pada proses trickling filter. Pada proses ini, bakteri disuspensi kedalam air buangan kemudian diaerasi.

Mikroorganisme yang ada dalam lumpur aktif diantaranya : Zooglea ramigera, E. coli, Alcaligenes Sp, Bacillus Sp, Corine facterium.

Dengan waktu retensi 4 - 8 jam, proses lumpur aktif akan memberikan pengurangan BOD 98 %. Pada cara ini kebutuhan oksigen dipenuhi dengan sistem aerasi secara mekanis atau secara diffusi.

Sedang modifikasi dari proses lumpur aktif meliputi : sistem konvensional, step aeration, contact stabilizaton, high rate extended aeration.

Keuntungan dari lumpur aktif dibanding dengan trickling filter antara lain : area yang dibutuhkan kecil, derajat pengolahan tinggi, fleksibilitas besar. Beberapa kerugiannya adalah : biaya operasi tinggi, sistem operasi sangat kompleks.

II.2.3. Kolam oksidasi

Kolam oksidasi banyak digunakan pada daerah yang tanahnya luas, murah dan iklimnya sedang.

Kolam oksidasi ini merupakan kolam yang besar dan dangkal. Kedalamannya 2 - 4 ft.

Kebutuhan oksigennya dipenuhi dari respirasi algae dan dari aksi angin pada permukaan kolam.

Untuk kedalaman kolam 3 - 6 ft disebut kolam fakultatif, karena terdiri dari bagian atas yang aerobik dan bagian bawah yang anaerobik

Endapan

Endapan lumpur pada dasar kolam akan mengalami peruraian secara an-aerobik menghasilkan gas metan dan gas-gas lain. Bau akan dihasilkan bila lapisan aerobik tidak dapat dipertahankan. Untuk menambah efisiensi pengurangan BOD, maka penggalian lumpur pada dasar kolam perlu dilakukan.

DISPERPUSIP JATIM

B A B III

PELAKSANAAN PENELITIAN

Sebagai tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah air buangan secara biologis dengan proses lumpur aktif dan sistem yang dipakai **batch**. Untuk bahan penelitian, digunakan air buangan dari pabrik alkohol yang mempunyai nilai BOD relatif tinggi dibanding air buangan dari industri lainnya.

III.1. Langkah penelitian.

Langkah penelitian yang dilakukan meliputi :

- Pengujian air buangan sebelum diolah
- Koagulasi dan netralisasi
- Pengendapan
- Pensuspensian lumpur aktif ke dalam effluent
- A e r a s i
- Pengendapan
- Pengujian air buangan sesudah diolah

III.2. Pengujian air buangan pada penelitian ini meliputi :

- pH
- BOD (Biochemical Oxygen Demand)
- Padatan tersuspensi

Cara uji :

III.2.1. pH, diuji dengan pH meter

III.2.2. BOD

- a. Peralatan : - botol Winkler 300 ml
 - inkubator dengan suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

b. Pereaksi

b. Pereaksi :

- Larutan buffer fosfat :
Timbang 0,85 g KH_2PO_4 ; 2,175 g K_2HPO_4 ; 3,34 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
dan 0,17 g NH_4Cl , kemudian dilarutkan dengan air suling sam-
pai 100 ml.
- Larutan MgSO_4 :
Timbang 22,5 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dengan air suling sam-
pai 1 liter.
- Larutan CaCl_2 :
Timbang 27,5 g CaCl_2 dan larutkan dengan air suling sampai
1 liter.
- Larutan FeCl_3 :
Timbang 0,25 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dengan air suling sam-
pai 1 liter.
- Pelarut BOD :
Setiap 1 liter air suling ditambah : 1 ml larutan buffer fos-
fat ; 1 ml larutan MgSO_4 ; 1 ml larutan CaCl_2 ; 1 ml larutan
 FeCl_3 , dan simpan pada suhu 20°C semalam.
- Larutan MnSO_4 :
Timbang 200 g $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dalam 200 - 300 ml air
suling.
Saring dan encerkan dengan air suling sampai 0,5 liter.
- Larutan alkalin iodida natrium azide :
 - * Timbang 350 g kristal KOH p.a dan larutkan dalam 250 - 300
ml air suling.
 - * Tambahkan 75 g KI yang dilarutkan dalam 100 - 150 ml air
suling.
 - * Tambahkan lagi 5 g NaN_3 yang dilarutkan dalam 200 ml air
suling dan encerkan dengan air suling sampai 0,5 liter.

- Larutan ;.....

- Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N :
Timbang 6,205 g kristal $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dengan air suling masak yang telah dingin sampai 1 liter.

c. Perlakuan pendahuluan :

- Untuk contoh yang bersifat asam atau basa dinetralkan sampai $\text{pH } 7 \pm 0,5$
- Untuk contoh yang mengandung klorin.
Kedalam 300 ml contoh tambahkan 1 ml larutan H_2SO_4 3,6 N dan 1 ml larutan KI atau NaI 1 N.
Dengan menggunakan indikator kanji, titrasi memakai larutan Na_2SO_3 0,1 N sampai warna biru tepat hilang.

d. P r o s e d u r.

- 2 buah botol Winkler 300 ml diisi setengahnya dengan pelarut, kemudian dengan pipet masukkan contoh dengan jumlah tertentu seperti pada Tabel III.2.2. dan encerkan dengan pelarut sampai batas.
- Sebuah botol yang berisi pelarut dan sebuah lagi yang berisi contoh langsung diuji DO nya, sedangkan 2 botol sisanya yang masing-masing berisi pelarut dan contoh diinkubasikan pada 20°C selama 5 hari, kemudian diuji DO nya. Uji DO didalam botol yang hanya berisi pelarut ditujukan untuk mengecek. Jika penurunan atau kenaikan DO didalam botol setelah inkubasi 5 hari tidak lebih dari 0,2 mg / lt, tidak perlu dikurangkan dalam BOD contoh.

e. Perhitungan.

$$\text{BOD, mg / l} = \left(\text{DO contoh semula} - \text{DO contoh setelah 5 hari} \right) \times \text{pengenceran}$$

Tabel III.2.2. Pengenceran yang harus dilakukan terhadap contoh pada uji
BOD

Dengan memipet langsung kedalam botol 300 ml	
ml	Range BOD, ml/l
0,02	30.000 - 105.000
0,05	12.000 - 42.000
0,10	6.000 - 21.000
0,20	3.000 - 10.500
0,50	1.200 - 4.200
1,0	600 - 2.100
2,0	300 - 1.050
5,0	120 - 420
10,0	60 - 210
20,0	30 - 105
50,0	12 - 42
100,0	6 - 21
300,0	0 - 7

III.2.3. DO (Dissolved Oxygen)

- a. Peralatan : - botol Winkler 300 ml
- inkubator dengan suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- b. Pereaksi : sama dengan untuk uji BOD
- c. Prosedur :
- Botol Winkler 300 ml yang telah diisi contoh sampai batas, ditambah 2 ml larutan MnSO_4 dan 2 ml larutan alkalin iodida natrium azid.

- Tutup

- Tutup botol dan kocok perlahan-lahan dengan membalik-balikan sampai tidak ada endapan.
- Jika lapisan atas telah jernih, tambahkan 2 ml larutan H_2SO_4 pekat, tutup dan kocok sampai tidak ada endapan.
- Diamkan beberapa saat ditempat gelap.
- Kemudian titrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,025 N sampai warna kuning hampir hilang.
- Tambahkan 1 ml indikator kanji dan lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang.

d. Perhitungan.

$$DO, \text{ mg/l} = \frac{(\text{ml titrasi} \times N) Na_2S_2O_3 \times 8.000}{\text{ml contoh}}$$

III.2.4. Padatan tersuspensi.

a. Peralatan.

- Pipet volume
- Corong
- Cawan porselin
- Erlenmeyer
- Kertas saring bebas abu
- Pengering (oven)
- Eksikator

b. Prosedur.

- Pipet sejumlah contoh dan saring dengan kertas saring bebas abu.
- Pindahkan padatan yang tertinggal didalam kertas saring tersebut kedalam cawan porselin (yang telah diketahui berat tetapnya beserta kertas saring bebas abu)
- Keringkan dalam pengering pada $105^\circ C$ sampai berat tetap.
- Dinginkan dalam eksikator dan timbang.

c. Perhitungan.

$$\text{Padatan tersuspensi, mg/l} = \frac{\text{pertambahan berat (mg)}}{\text{ml contoh}} \times 1000.$$

B A B IV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji air buangan sebelum diolah :
: 4,31

- pH : 2.339,02

- BOD, mg/l : 2.243

- Padatan tersuspensi, mg/l : 2.243

Koagulan yang dipakai :

- Larutan kapur; Ca (OH)₂ 10 %

- Larutan tawas; Al₂(SO₄)₃ 5 %

Kebutuhan koagulan :

Untuk setiap liter air buangan membutuhkan :
10 % untuk mendapatkan Larutan yang jernih

- 150 ml Larutan Ca(OH)₂
dan pH menjadi 11,80

- 550 ml Larutan Al₂(SO₄)₃ 5 % dari pH menjadi 7,48

Tabel IV.1. Hasil uji BOD setelah air buangan diolah.

Waktu aerasi, jam	Lumpur aktif mg/l	% pengurangan BOD							
		BOD, mg/l	BOD, mg/l	BOD, mg/l	BOD, mg/l	BOD, mg/l	BOD, mg/l	BOD, mg/l	BOD, mg/l
6	1.000	702,36	688,18	705,61	680,77	69,97	70,88	69,83	70,90
		749,10	751,58	749,31	754,15	67,97	67,87	67,96	67,76
		721,01	783,97	785,74	756,35	69,17	66,48	66,41	67,66
		654,14	656,21	673,51	697,80	72,03	71,95	71,21	70,17
7	1.000	727,30	714,04	720,67	736,14	68,91	69,47	69,19	68,53
		680,01	650,37	667,03	689,42	70,93	70,20	71,48	70,53
		746,35	745,67	764,12	752,07	68,09	68,12	67,33	67,85
		758,40	719,94	708,61	745,33	67,58	69,22	69,70	68,13
8	1.000	708,68	726,48	742,31	744,07	69,70	68,94	68,26	68,19

Tabel IV.2. Hasil uji padatan tersuspensi setelah air buangan diolah

Lumpur aktip mg/l	Padatan tersuspensi, mg/l				% Pengurangan padatan tersuspensi			
	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000	2.000	3.000	4.000
Waktu aerasi, jam								
6	689,5	730,5	718,5	688	78,74	77,48	77,85	78,79
	704	777	698,5	744,7	78,29	76,04	78,46	77,04
	666	792	732,5	715	79,46	75,61	77,41	77,95
7	656	543,5	677	619	79,77	83,24	79,12	80,91
	686	662	680	634,67	78,85	79,59	79,03	80,43
	558,33	595	685,65	625	82,78	81,65	78,86	80,73
8	660	518,5	666,34	587,66	79,64	84,01	79,45	81,88
	558	638,6	573	522	82,79	80,31	82,33	83,90
	538	514	620,42	565,31	83,41	84,15	80,87	82,57

Tabel IV.3. Analisa sidik ragam dari % pengurangan BOD

Sumber Keragaman	d _b	jk	Kt	F Hitung	F Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	11	15,5184	1,4108	1,1254	2,56	3,86
A	3	0,7760	0,2587	0,2063	3,34	5,56
B	2	13,2747	6,6373	5,2946*	3,74	6,51
AB	5	1,4677	0,2935	0,2342	2,96	4,69
Kesalahan	14	17,0899	1,2207	1,1049		
T o t a l	35	32,6083				

Dimana : A = Jumlah penambahan lumpur aktip, mg/l
B = Waktu aerasi, jam.

Tabel IV.4. Uji perlakuan pengaruh waktu aerasi terhadap % pengurangan BOD

Perlakuan	Rata - rata	B e d a
B ₆	55,89	1,25 ^{**}
B ₇	57,14	0,08
B ₈	55,81	1,33 ^{**}

$$S.E = 0,1842$$

$$HSD 5 \% = 0,6815$$

$$HSD 1 \% = 0,9007$$

Berdasarkan tabel IV.3, terlihat bahwa perlakuan waktu aerasi 7 jam menghasilkan % pengurangan BOD yang lebih tinggi.

Tabel IV.5. Analisa sidik ragam dari % pengurangan padatan tersuspensi

Sumber	d _b	jk	Kt	F Hitung	F tabel	
					5 %	1 %
Keragaman						
Perlakuan	11	73,1820	6,6529	3,9463 ^{**}	2,56	3,86
A	3	4,5834	1,5278	0,9062	3,34	5,56
B	2	59,5209	29,7604	17,6529 ^{**}	3,74	6,51
AB	5	9,0777	1,8155	1,0769	2,96	4,69
Kesalahan	14	23,6022	1,6859	1,2984		
T o t a l	35	96,7842				

Dimana : A = Jumlah penambahan lumpur aktif, mg/l
B = Waktu aerasi, jam.

Tabel IV.6. Uji perlakuan pengaruh waktu aerasi terhadap % pengurangan padatan tersuspensi.

Perlakuan	Rata - rata	B e d a
B ₆	61,87	1,88*
B ₇	63,75	3,13** 1,25
B ₈	65,0	

S.E = 0,4328

HSD 5 % = 1,6014

HSD 1 % = 2,1164

Berdasarkan tabel IV.4, terlihat bahwa perlakuan waktu aerasi 8 jam menghasilkan % pengurangan padatan tersuspensi yang lebih tinggi dan berpengaruh nyata.

DISPERPUK

B A B V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan dan saran antara lain :

1. Untuk perlakuan waktu aerasi 7 jam menghasilkan % pengurangan BOD yang lebih tinggi.
2. Untuk perlakuan waktu aerasi 8 jam menghasilkan % pengurangan padatan tersuspensi yang lebih tinggi.

Demi kesempurnaan penelitian ini maka perlu dicoba dengan range waktu aerasi dan range penambahan lumpur aktif yang lebih luas.

DISPERPUSIP JATIM

D A F T A R P U S T A K A

1. ECKENFELDER Jr, W. WESLEY
" INDUSTRIAL WATER POLLUTION CONTROL "
Mc GRAW HILL BOOK COMPANY, NEW YORK, 1966
2. LUND, HERBERT F
" INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL HAND BOOK "
Mc GRAW HILL BOOK COMPANY, NEW YORK, 1971
3. METCALF & EDDY, INC.
" WASTE WATER ENGINEERING "
Mc GRAW HILL BOOK COMPANY, NEW YORK, 1972
4. SNEDECOR, GEORGE W ; COCHRAN, WILLIAM G.
" STATISTICAL METHODS "
OXFORD & I.B.H. PUBLISHING CO, NEW DELHI, 1968.
5. SUDJANA
" DESAIN DAN ANALISIS EKSPERIMEN "
PENERBIT TARSITO, BANDUNG, 1980.
6. WINARNO, F.G ; FARDIAZ, SRIKANDI.
" POLUSI DAN ANALISA AIR "
FATEMETA IPB, BOGOR, 1974.

oooooooooooooooo