



LAPORAN PENELITIAN DIPA  
TAHUN ANGGARAN 2008

# PEMBUATAN IPAL MINI UNTUK LIMBAH DETERJEN DOMESTIK

Oleh :  
**Drs. Faidur Rochman, MS.**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga tahun 2008  
Surat Keputusan Rektor Universitas Airlangga  
Nomor 4318/JO3/PG/2008  
Tanggal 19 Mei 2008  
Nomor Urut : 21

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Universitas Airlangga

November, 2008

21/09

- DETERGEXIS
- SEWAGE

gpl. 04 2



KKC  
KK  
LP02/09  
ROC  
P

LAPORAN PENELITIAN DIPA  
TAHUN ANGGARAN 2008

# PEMBUATAN IPAL MINI UNTUK LIMBAH DETERJEN DOMESTIK

Oleh :  
Drs. Faidur Rochman, MS.



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga tahun 2008  
Surat Keputusan Rektor Universitas Airlangg  
Nomor 4318/JO3/PG/2008  
Tanggal 19 Mei 2008  
Nomor Urut : 21

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Universitas Airlangga

Nopember, 2008

# PEMBUATAN IPAL MINI UNTUK LIMBAH DETERJEN DOMESTIK

**Faidur Rochman**

Departemen Kimia Fak. Sains dan Teknologi Universitas Airlangga  
Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo, Surabaya, 60115. Tlp. (031)5936501

## ABSTRAK

Telah dikembangkan pengolahan limbah deterjen anionic metode elektroflotasi. Metode perlu dikembangkan mengingat metode yang telah ada, belum mampu mengatasi limbah deterjen yang cenderung terakumulasi ke badan-badan air, utamanya air sungai di perkotaan.

Sampel limbah deterjen anionik adalah larutan deterjen buatan dari larutan standar Natrium sulfat teknis yang dilarutkan dalam air PDAM dengan konsentrasi ~100 ppm. Larutan ini mewakili limbah deterjen anionik domestik.

Elektroda yang dipergunakan adalah lempeng  $Al_2O_3$ , yaitu hasil oksidasi dari logam aluminium dengan asam sulfat pekat 10% (v/v). Dalam membuat IPAL MINI, langkah pertama adalah mendesain kolom elektrodanya. Kemudian merangkai IPAL MINI, yang dapat mengalirkan limbah secara kontinyu dan kecepatan alir dapat diatur secara konstan. Dari tiga model bangun kolom, maka model Paralel sejajar horizontal adalah yang terbaik. Kondisi optimum proses elektroflotasi limbah deterjen diperoleh pada kecepatan alir 72 liter/jam, menggunakan kuat arus listrik 8 A.

Hubungan jumlah proses resirkulasi dengan prosentase reduksi limbah deterjen, ditunjukkan dengan persamaan regresi fungsi logaritmik  $y = 15,44 \ln(x) + 51,31$ , dengan nilai  $R^2 = 0,993$ . Berdasarkan pendekatan secara semiempiris, IPAL MINI DETANDO model paralel sejajar horizontal, mampu mereduksi limbah deterjen sebesar 97,56% (w/v), jika diresirkulasi sebanyak 20 kali.

**Kata kunci:** deterjen anionik, limbah domestik, elektroflotasi

# **MINI IPAL MAKING FOR DOMESTIC DETERGENT WASTEWATER**

**Faidur Rochman**

Chemistry Department, of. Sains and Technology Faculty of Airlangga university  
Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo, Surabaya, 60115. Tlp. (031)5936501

## **ABSTRACT**

It has been investigated, the wastewater treatment of anionic detergent with electroflotation methods. This method is very impotent be investigate, because some other methods unable to maximum reducing detergent wastewater that accumulated on water bodies especially on water river.

Detergent wastewater samples made from sodium laurylsulphat technique and it was mixed with water of municipal water corporation (PAM), with about 100 ppm concentration. Anode electrode that was used on electroflotation process, making from aluminum metal that oxidized with sulphuric acid 10 % (v/v), be came  $Al_2O_3$ .

The first step for IPAL MINI made, is to design of electrode column. The best design among three models, is Parallel in row with horizontal position. The optimum condition of the electroflotation process was maintained when detergent wastewater be flowed at 72 liters/hour with DC electric current with 8 A.

The correlation of recycling process of the wastewater with reduction percentage, obtained with logarithmic function of  $y = 15.44\ln(x) + 51.31$ , with  $R^2 = 0.993$ . Base on this equation, the IPAL treatment capacity with 20 recycles, capable to reducing detergent wastewater maintain 97.56% (w/v).

**Keywords:** anionic detergent, domestic wastewater, electroflotation

## RINGKASAN

### PEMBUATAN IPAL MINI UNTUK LIMBAH DETERJEN DOMESTIK

### MINI IPAL MAKING FOR DOMESTIC DETERGENT WASTEWATER

Faidur Rochman

Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya  
Kampus C. II, Mulyorejo Surabaya. 60115 Tlp (031)5936501

Adanya limbah deterjen perlu diwaspadai karena kandungan bahan aktif yang ada di dalam bahan deterjen dapat mengganggu kesehatan. Dampak pada manusia antara lain iritasi pada kulit dan mata, serta kerusakan pada ginjal dan empedu (Sugai et al., 1990). Adapun bagi hewan antara lain gangguan imun pada marmut (Rizt, et al., 1993). Konsentrasi mematikan 50% ( $LC_{50}$ ) pada deterjen adalah 0,3-60 ppm. Rentang nilai  $LC_{50}$  yang cukup lebar itu sangat dipengaruhi oleh jenis dan struktur deterjennya (Mc. Cormick et al., 1991).

Kandungan deterjen yang cukup tinggi dalam air dapat menyebabkan pengurangan kadar oksigen. Pada konsentrasi 0,5 mg/liter deterjen sudah mampu membentuk busa sehingga menghambat difusi oksigen dari udara ke permukaan badan air. Pada kadar deterjen alkil sulfat 15 mg/liter, dapat mematikan ikan mas. Deterjen juga mencemari lingkungan, terutama kandungan fosfat yang menyuburkan enceng gondok, sehingga mengurangi jatah oksigen terlarut bagi biota air (Sartrawijaya, 1991)

Tujuan penelitian ini adalah membuat IPAL MINI untuk limbah deterjen anionik domestik (DETANDO) yang murah, sederhana dan tidak makan tempat, dengan kapasitas olah sekitar 50 liter/jam. Dari hasil penelitian ini diharapkan IPAL DETANDO skala Rumah Tangga ini dapat diterapkan di rumah tangga-rumah tangga sehingga mampu mengurangi

limbah deterjen di sungai-sungai yang menjadi muara limbah cair masyarakat. Juga penelitian ini sebagai studi awal untuk perancangan IPAL DETANDO Skala Menengah, yaitu untuk mengolah limbah deterjen dari: Jasa *Loundry*, Rumah Sakit, Restorasi, dan perhotelan sejenisnya. Jika hasil penelitian ini terbukti memiliki kapasitas olah tinggi, maka IPAL MINI DETANDO layak diajukan Hak PATEN di Departemen Kehakiman RI.

Rancangan riset yang dilakukan termasuk eksperimen murni. Sampel limbah deterjen anionik adalah larutan deterjen buatan dari larutan standar Na-Lauril sulfat teknis yang dilarutkan dalam air PDAM dengan konsentrasi ~100 ppm. Larutan tersebut mewakili limbah deterjen anionik domestik.

Elektroda yang dipergunakan adalah lempeng  $Al_2O_3$ , yaitu hasil oksidasi dari logam aluminium dengan asam sulfat pekat 10% (v/v). Dalam membuat IPAL MINI, langkah pertama adalah mendesain kolom elektrodanya. Kemudian merangkai IPAL MINI, yang dapat mengalirkan limbah secara kontinyu dan kecepatan alir dapat diatur secara konstan. Dari tiga rancang bangun kolom, maka model Paralel sejajar horizontal adalah yang terbaik. Kondisi optimum proses elektroflotasi limbah deterjen diperoleh pada kecepatan alir 72 liter/jam, menggunakan kuat arus listrik 8 A.

Hubungan antara jumlah resirkulasi dengan prosentase reduksi limbah, dinyatakan dengan persamaan regresi fungsi logaritmik  $y = 15,44 \ln(x) + 51,31$ , dengan nilai  $R^2 = 0,993$ . Berdasarkan pendekatan secara semiempiris, IPAL MINI DETANDO model paralel sejajar horizontal, mampu mereduksi limbah deterjen sebesar 97,56% (w/v), jika diresirkulasi sebanyak 20 kali.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT saya panjatkan sepenuh hati, bahwa hanya dengan Rahmat dan Petunjuk -Nya lah penelitian berjudul “ PEMBUATAN IPAL MINI UNTUK LIMBAH DETERJEN DOMESTIK ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

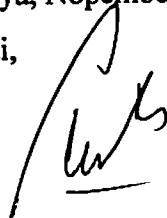
Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Airlangga yang telah menyediakan dana untuk pengembangan riset lewat program DIP A Unair tahun 2008 dengan SK Nomor 4318/JO3/PG/2008
2. Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Airlangga, yang telah mempercayakan penggunaan dana untuk Riset yang saya lakukan ini,
3. Semua Pihak yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat menambah kasanah perbendaharaan ilmu pada umumnya dan khususnya TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH DETERJEN.

Surabaya, Nopember 2008

Peneliti,



(Drs. Faidur Rochman, MS)  
NIP. 131 406 061

## DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
RINGKASAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Keberadaan Limbah Deterjen .....	4
2.2. Konsumsi Deterjen .....	4
2.3. Metode Pengolahan Limbah Deterjen .....	6
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
3.1 Tujuan Penelitian .....	10
3.2 Manfaat Hasil Penelitian .....	10
IV. METODE PENELITIAN	
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	11
4.2. Rancangan Riset .....	11
4.3. Sampel .....	11
4.4. Bahan dan Alat .....	11
4.5. Tahapan Penelitian .....	12
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Pembuatan Elektroda $Al_2O_3$ .....	16
5.2. Penyusunan IPAL DETANDO .....	16
5.3. Pemilihan Desain Kolom Elektroda .....	17
5.4. Penentuan kondisi optimum IPAL MINI DETANDO .....	21
5.5. Penentuan Daya Reduksi IPAL DETANDO .....	25



**VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

**6.1. Kesimpulan .....28**

**6.2. Saran-Saran .....28**

**DAFTAR PUSTAKA .....29**

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Nama Tabel	Halaman
Tabel 1	Perbandingan daya olah limbah deterjen dari beberapa metode	2
Tabel 2	Aplikasi berbagai jenis surfaktan	4
Tabel 3	Aplikasi surfaktan pada berbagai bidang industri	5
Tabel 4	Daya Reduksi IPAL DETANDO, dari tiga model kolom elektroda	17
Tabel 5	Pengaruh kecepatan alir terhadap Daya Reduksi deterjen metode elektroflotasi menggunakan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horisontal sebanyak 4 (empat) pasang	22
Tabel 6	Hubungan Kuat arus listrik DC dengan Daya Reduksi IPAL DETANDO metode elektroflotasi dengan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horisontal sebanyak 4 (empat) pasang	23
Tabel 7	Hubungan arus terpasang dengan arus dan potensial listrik yang bekerja yang didisplai oleh <i>Electrolytic Analyzer</i>	25
Tabel 8	Hasil elektroflotasi dengan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horisontal yang diresirkulasi sebanyak 4 kali	25
Tabel 9	Hubungan replika resirkulasi lmbah dengan Daya Reduksi IPAL DETANDO berdasarkan persamaan regresi $y = 15.44\ln(x) + 51.31$	26

## DAFTAR GAMBAR

<b>Nomor Gambar</b>	<b>Nama Gambar</b>	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1</b>	Mesin pengolah limbah deterjen metode RBC	7
<b>Gambar 2</b>	Pemasangan elektroda model paralel berpusat	12
<b>Gambar 3</b>	Pemasangan elektroda model paralel sejajar	13
<b>Gambar 4</b>	Pemasangan elektroda model paralel melingkar	13
<b>Gambar 5</b>	Skema instalasi IPAL MINI metode elektroflotasi untuk limbah deterjen anionik domestik menggunakan elektroda model paralel pusat yang dipasang vertikal	14
<b>Gambar 6</b>	logam aluminium (a) sebelum dioksidasi (b) setelah dioksidasi	16
<b>Gambar 7</b>	Sistem kontinyu pada IPAL DETANDO	17
<b>Gambar 8</b>	Desain elektroda paralel pusat	18
<b>Gambar 9</b>	Timbulnya buih hasil elektroflotasi pada IPAL DETANDO	19
<b>Gambar 10</b>	Elektroflotasi dengan model Paralel Pusat yang dipasang horizontal	19
<b>Gambar 11</b>	Kolom elektroflotasi dengan kolom elektroda model paralel sejajar	20
<b>Gambar 12</b>	Pengatur input limbah agar menyebar secara merata	21
<b>Gambar 13</b>	Grafik Pengaruh kecepatan alir terhadap Daya Reduksi IPAL DETANDO	22
<b>Gambar 14</b>	Grafik hubungan antara kuat arus DC terpasang dengan Daya Reduksi IPAL DETANDO metode elektroflotasi	23
<b>Gambar 15</b>	Alat <i>electrolytic analyzer</i> yang dipergunakan dalam proses elektroflotasi limbah deterjen	24
<b>Gambar 16</b>	Grafik korelasi antara jumlah proses resirkulasi dalam elektroflotasi limbah deterjen dengan model kolom Paralel Sejajar Horisontal	26

## BAB I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Limbah organik cair domestik yang paling dominan adalah deterjen (Faidur, 2005). Hal ini seiring dengan produksi deterjen dunia yang mencapai 2,7 juta ton/tahun, dengan kenaikan produksi tahunan mencapai 5% ([http://www.the-infoshop.com/study/fs22490\\_surfactants.html](http://www.the-infoshop.com/study/fs22490_surfactants.html)). Dengan demikian tidaklah mengherankan jika air Kali Surabaya yang menjadi muara limbah deterjen warga Kodya Surabaya, tidak layak dijadikan air baku PDAM (Muharto, 1996).

Adanya limbah deterjen perlu diwaspadai karena kandungan bahan aktif yang ada di dalam bahan deterjen dapat mengganggu kesehatan. Dampak pada manusia antara lain iritasi pada kulit dan mata, serta kerusakan pada ginjal dan empedu (Sugai et al., 1990). Sedangkan dampak bagi hewan antara lain gangguan imun pada marmut (Rizt, et al., 1993). Konsentrasi mematikan 50% ( $LC_{50}$ ) deterjen adalah 0,3-60 ppm. Rentang nilai  $LC_{50}$  yang cukup lebar itu sangat dipengaruhi oleh jenis dan struktur deterjennya (Mc. Cormick et al., 1991).

Kandungan deterjen yang cukup tinggi dalam air dapat menyebabkan pengurangan kadar oksigen. Pada konsentrasi 0,5 mg/liter deterjen sudah mampu membentuk busa sehingga menghambat difusi oksigen dari udara ke permukaan badan air. Pada kadar deterjen alkil sulfat 15 mg/liter, dapat mematikan ikan mas. Deterjen juga mencemari lingkungan, terutama kandungan fosfat yang menyuburkan enceng gondok, sehingga mengurangi jumlah oksigen terlarut bagi biota air (Sartrawijaya, 1991)

Melihat kecenderungan deterjen pencuci yang dapat mengancam kelestarian lingkungan, maka asosiasi produsen deterjen internasional (AISE, *Association of*



*International Surfactant Products Entertain=Association Internationale de la Savonnerie, de la Détergence et des Produits d'Entretien*) yang terdiri lebih dari 1200 perusahaan dan menguasai 90% pangsa internasional, sepakat untuk menurunkan tonase produksi deterjen tersebut sebesar 10%, serta menurunkan 10% produk deterjen yang kurang terbiodegradasi. (<http://www.battelle.org/environment/geneva/Marketing.stm>).

Metode pengolahan limbah deterjen telah banyak diteliti orang, diantaranya metode sedimentasi (Sumarno dkk.,1997; Cahyadi dan Trihadinigrum,2000; Yusuf, 2001), metode adsorpsi (Rubijatadji, 1993; Cholil, 1998), metode biodegradasi (Sudijanto, 1993; Ganden,1997), metode elektroflotasi (Faidur,1999).

Berdasarkan pertimbangan biaya operasional, efektivitas penurunan kadar limbah serta efisiensi areal IPAL, metode pengolahan limbah deterjen dapat dibandingkan keunggulan dan kekurangan masing-masing, seperti tertera pada tabel 1 di bawah ini:

**Tabel 1. Perbandingan daya olah limbah deterjen dari beberapa metode**

<b>Metode</b>	<b>Daya Reduksi</b>	<b>Kapasitas Olah</b>	<b>Lahan IPAL</b>	<b>Penanganan/Perawatan</b>	<b>Biaya Operasional</b>
<b>Sedimentasi</b>	75,5% <sup>(1)</sup>	Besar	Sedang	Cukup Mudah	Mahal
<b>Adsorpsi dg. adsorbat</b>	72.8% <sup>(2)</sup>	Sedang	Sedang	Cukup Mudah	Mahal
<b>Adsorpsi dg. Gulma itik</b>	65 % <sup>(3)</sup>	Sedang	Luas	Agak Sukar	Murah
<b>Biodegradasi dg RBC</b>	100 % <sup>(4)</sup>	Sedang-Besar	Sedang	Sukar	Mahal
<b>Elektroflotasi</b>	83 % <sup>(5)</sup>	Rendah	Sempit/kecil	Cukup Mudah	Murah

Catatan: (1) Yusuf Izidin (2001); (2) M. Cholil (1998); (3) Santi L. (1999)  
(4) Ganden S. (1998) ; (5) Faidur R. (1998)

Metode yang cukup populer untuk pengolahan limbah deterjen adalah metode Sedimentasi dan RBC, namun biaya operasional tergolong mahal. Dari kedua metode itu, teknik Sedimentasi lebih banyak dipakai karena penanganan dan perawatannya lebih mudah. Dari tabel 1 di atas, metode Elektroflotasi memiliki keunggulan komparatif yaitu:

1) biaya operasional murah, (2) Penganan dan perawatan mudah, (3) Areal IPAL tidak memakan tempat, dan (4) untuk kapasitas olah 15 -20 l/jam ,daya reduksi limbah cukup efektif (83 %).

Dari segi kapasitas olah, masih belum layak operasional meski di tingkat limbah rumah tangga. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan meningkatkan kapasitas olah limbah deterjen domestik, dengan memodifikasi susunan elektroda sedemikian rupa sehingga dalam satu kolom elektroflotasi dipasang elektroda secara paralel.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Mencari desain kolom elektroflotasi yang memiliki kapasitas olah besar.

Dipilih tiga (tiga) buah rancang bangun kolom elektroflotasi, yaitu

- (a) paralel berpusat dengan posisi vertikal,
- (b) paralel berpusat dengan posisi horizontal
- (c.) parallel sejajar posisi horizontal.

Dari ketiga desain tersebut, mana yang paling besar kapasitas olahnya?

2. Bagaimana kondisi optimum pengolahan limbah deterjen anionii domestik (DETANDO) yang harus dioperasikan dengan IPAL metode elektroflotasi, sehingga mampu mengolah limbah deterjen untk kapasitas tingkat rumah tangga?

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 1 Keberadaan Limbah Deterjen

Kebutuhan air bersih untuk keperluan minum, mandi dan mencuci sebagian besar masyarakat Kota Surabaya disediakan oleh perusahaan air minum PT. JASA TIRTA yang menggunakan air sungai Kali Mas sebagai sumber air baku untuk diolah menjadi air minum. Oleh karena itu pengetahuan tentang kualitas air sungai Kali Mas menjadi sangat penting. Akan tetapi dengan topografi yang relatif datar dengan kemiringan lahan yang relatif kurang dari 30% dan debit air rata-rata 6 m<sup>3</sup>/dt air sungai Kali Mas Surabaya sangat rentan terhadap pencemaran limbah detergen (Soemadji, 2000). Hal ini disebabkan karena Kota Surabaya adalah kota terpadat kedua setelah Jakarta dengan jumlah penduduk sekitar 10 juta. Sepertinya lazim masyarakat perkotaan, kebutuhan deterjen cukup dominan utamanya untuk mencuci. Bila tiap jiwa dalam satu bulan mengkonsumsi deterjen 100 gram, maka dalam satu bulan masyarakat yang tinggal disekitar Kali Mas Surabaya membuang limbah deterjen sebanyak 300 ton atau 3 ton sehari. Pencemaran ini belum termasuk dari restoran, hotel, rumah sakit, jasa *laundry*, cuci mobil dan industri yang berada di sekitar sungai Kali Mas Surabaya yang menggunakan deterjen sebagai pembersih, karena itu jumlah detergen yang harus ditampung Kali Mas Surabaya lebih dari 10 ton sehari.

### 1.2. Konsumsi Deterjen

Surfaktan aplikasinya cukup luas, seperti tertera pada tabel 2,

**Tabel 2. Aplikasi berbagai jenis surfaktan (Karsa et al., 1991)**

No	Jenis Surfaktan	Muatan	Harga	Aplikasi
01	Anionik	negatif	murah	Cuci/mandi, pengemulsi
02	kationik	positif	sedang	Anti korosi, antistatik, flotasi, softener, Shampo, bakterisida
03	nonionik	Tak bermuatan	sedang	Deterjen suhu rendah, pengemulsi
04	amfoterik	Bermuatan ganda	mahal	Shampo bayi, kosmetik

Penggunaan deterjen pada konsumen domestik antara lain untuk (1) mandi, (2) piring, (3) cuci tangan (antiseptik) (4) cuci pakaian, (5) cuci piring dan perabot dapur, (6) pembersih lantai, (7) pembersih kaca, (8) cuci mobil/motor, dan (9) cuci karpet dan lain-lain. Pengguna surfaktan terbesar adalah sektor industri. Secara garis besar, aplikasi surfaktan pada industri tertera pada tabel 3,

**Tabel 3.** Aplikasi surfaktan pada berbagai bidang industri ([http://www.the-infoshop.com/study/fs22490\\_surfactants.html](http://www.the-infoshop.com/study/fs22490_surfactants.html))

No	Bidang Industri	Kegunaan
1	Industri Minyak Bumi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksplorasi,</li> <li>• memecah emulsi air-<i>crude oil</i></li> <li>• pembentukan emulsi pada produk aspal</li> <li>• mengatasi tumpahan minyak di lepas pantai</li> </ul>
2	Industri Tekstil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• penghilangan lemak ,</li> <li>• proses pewarnaan tekstil</li> <li>• melicinkan benang</li> <li>• finishing kain</li> </ul>
3	Industri Agro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• campuran formulasi pada pestisida dan herbisida</li> <li>• pembuatan biodispersan</li> <li>• Sebagai wetting agent</li> <li>• mempercepat pertumbuhan rumput</li> <li>• bakteisida</li> </ul>
4	Industri Logam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pencegahan korosi,</li> <li>• finishing permukaan logam</li> <li>• penghilangan lemak dan kotoran lain pada logam</li> </ul>
5	Industri Kertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk penghilangan tinta pada kertas bekas,</li> <li>• Untuk finishing dan memperhalus kertas</li> </ul>
6	Industri Tambang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proses flotasi bijih logam dan batubara</li> </ul>
7	Industri Semen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mempercepat pengerasan semen</li> </ul>
8	Pemadam kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembentuk busa untuk pemadaman api</li> </ul>
9	Industri Polimer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaksi polimerisasi emulsi</li> </ul>
10	Industri Makanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengemulsi/suspensi/creaming</li> </ul>
11	Industri Kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroplating</li> <li>• Proses pemisahan kimia</li> </ul>
12	Industri farmasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsifier/suspensifier/stabilizer/dispersifier</li> </ul>
13	Industri kosmetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsifier/suspensifier/stabilizer/dispersifier</li> </ul>
14	Industri cat/printing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emulsifier/suspensifier/stabilizer/dispersifier</li> </ul>

Surfaktan yang terkandung dalam badan air menyebabkan penurunan oksigen terlarut. Faktor penyebabnya ada tidak yaitu:

(a) Biodegradasi limbah deterjen oleh mikroba memerlukan oksigen dalam prosesnya.

Makin banyak limbah deterjen terlarut, makin besar penurunan oksigen terlarut,



- b) Buih di permukaan air akan menghalangi oksigen dari udara yang akan masuk dalam air. Meskipun airnya tidak sampai berbuih, molekul deterjen cenderung terkonsentrasi di permukaan (*surface active agent*). Dengan demikian akan menghambat penetrasi oksigen dari udara ke permukaan air.
- c) Deterjen yang di dalamnya terkandung senyawa fosfat, akan menyubur-kembangkan tanaman eceng gondok. Hal ini tentu cukup menghalangi penetrasi oksigen dari udara ke permukaan air.

### 3.3. Metode Pengolahan Limbah Deterjen

Deterjen tergolong sukar diolah, baik disaring, diendapkan, diadsorpsi maupun teknik reduksi lainnya. Meskipun demikian, upaya untuk mendapatkan teknologi pengolahan limbah deterjen telah banyak dilakukan orang, diantaranya: (a) metode sedimentasi, (b) metode adsorpsi, (c) metode biodegradasi, dan (d) metode elektroflotasi.

#### (i) Metode sedimentasi

Deterjen dapat diendapkan dengan reaksi penggaraman menggunakan ion-ion logam alkali tanah. Hasil pengendapan terbaik ialah menggunakan koagulan larutan  $\text{Ca(OH)}_2$ , yang mampu mereduksi deterjen sebesar 75,5% (Yusuf Izidin, 2001). Larutan tersebut cukup efisien karena ion  $\text{Ca}^{2+}$  dengan konsentrasi hanya 5-6 ppm, sudah dapat mengendapkan limbah deterjen meskipun konsentrasinya rendah (Sumarno dkk., 1996).

Hal yang lebih menarik adalah dapat diendapkannya limbah deterjen domestik (anionik) dengan limbah deterjen dari industri tekstil (kationik). Keduanya dapat terbentuk reaksi penggaraman, menghasilkan endapan putih dengan kecepatan sedimentasi mengikuti persamaan  $y = 0,0022x^2 - 0,1301x + 2,2315$  (Faidur, 2004).

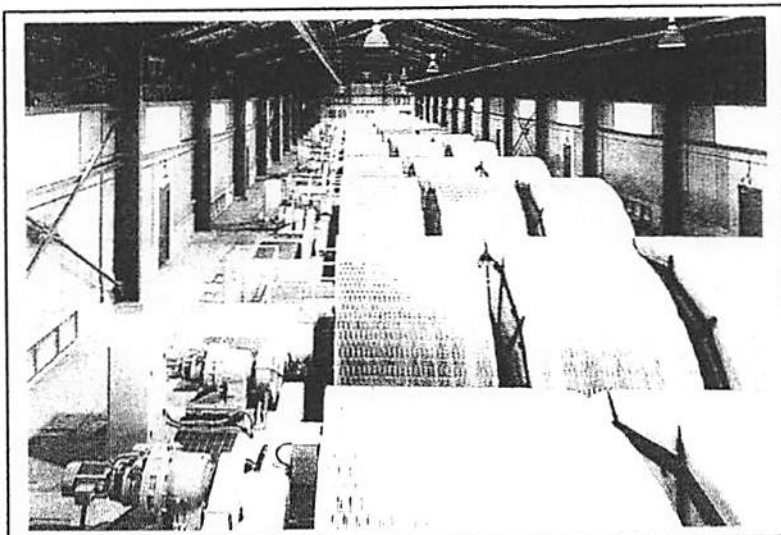
## (ii) Metode Adsorpsi

Bahan pengadsorpsi (adsorben) seperti arang aktif, zeolit aktif, silica, alumina, tanah diatomae, mampu mereduksi limbah deterjen. Campuran dari arang dan zeolit aktif, mampu mengadsorpsi limbah deterjen secara optimum pada perbandingan arang:zeolit=2:3 (Cholil, M., 1998)

Akar tanaman berair, seperti eceng gondok, gulma itik (*duckweed*) maupun jenis lang-alang, juga mampu mengadsorpsi polutan yang terlarut diperairan. Gulmaitik jenis *emna* Sp, yang dapat berkembang biak dengan cepat, mampu menyerap limbah deterjen sampai 65% (Santi L, 1999). Metode ini sangat cocok untuk mengolah limbah deterjen dengan lahan yang cukup luas serta berawa.

## (iii) Metode RBC (*Rotating Biological Contactor*)

Salah satu cara mereduksi limbah deterjen secara biologis untuk skala kecil dan menengah adalah metode RBC. Dalam metode ini dibuat sistem dimana mikroba menempel dan tumbuh pada permukaan piring/disk dengan tujuan untuk stabilisasi limbah. Piring-piring ini sebagian tercelup pada cairan limbah dan berputar dengan kecepatan tertentu (lihat gambar 1)



**Gambar 1.** Mesin pengolah limbah deterjen metode RBC  
(Sumber: Kless and Sirvertein, 1992)

Biomasa membentuk lapisan film di permukaan disk, sehingga siap membiodegradasi limbah organik terlarut. Baik oksigen maupun senyawa organik terdifusi melalui larutan ke dalam biomasa dan dikonsumsi oleh mikroba untuk pertumbuhan dan perputarannya. Perputaran piring menyebabkan tiga hal yaitu (a.) terjadinya kontak antara biomasa dengan senyawa organik yang terdapat dalam limbah, (b.) terjadi kontak dengan atmosfer untuk proses pengambilan oksigen, (c.) menjaga kondisi biomasa supaya bakteri aerobik tetap dominan, (d) terjadi mekanisme untuk menghilangkan biomasa yang tidak berguna dari disk sehingga dapat dihilangkan di bak pengendapan (Ganden S., 1998).

Pada sistem tersebut, bakteri mengadsorpsi dan mengasimilasi senyawa organik terlarut, sehingga air hasil olahan mengalir keluar dari RBC menuju bak klarifikasi untuk penghilangan padatan tersuspensi. Metode RBC mampu mereduksi padatan terlarut sebesar 6% dan COD maupun sebesar 18% (Klees dan Silverstein, 1992).

#### **(iv) Metode Elektroflotasi**

Metode elektroflotasi adalah teknik pengolahan limbah deterjen menggunakan sistem elektrolisis. Karena limbah deterjen domestik umumnya adalah jenis anionik (bermuatan negatif), maka arus DC sebesar 2 – 5 mA yang dialirkan pada limbah tersebut, menyebabkan deterjen menempel pada anoda. Teknik ini diinspirasi dari penelitian berjudul: Pengaruh deterjen terhadap gangguan pengukuran keasaman menggunakan pH meter. (Faidur, 1991). Oleh karena gangguan pengukuran pH pada sampel larutan deterjen disebabkan oleh teradsorpsinya molekul deterjen di atas permukaan elektroda gelas, maka dilanjutkan penelitian dengan judul Kinetika adsorpsi deterjen Na-Lauril Sulfat di permukaan elektroda gelas. (Faidur, 1995). Untuk sampel dengan kadar deterjen cukup tinggi ( $> 0,1$  N), akan terbentuk lapisan deterjen menempel di permukaan elektroda gelas. Penelitian ini dilanjutkan dengan menggunakan berbagai

macam elektroda logam. Akhirnya didapat bahwa logam yang paling cocok untuk elektroda pada proses elektroflotasi adalah  $Al_2O_3$  (Elly, 1997).

Sistem kolom elektroflotasi dengan elektroda  $Al_2O_3$  tunggal (tanpa diparalel), kapasitas reduksinya sangat dipengaruhi oleh luas permukaan elektroda (Ani S., 2000).

Untuk sistem seri dengan 5 (lima) buah kolom elektroflotasi dapat meningkatkan kapasitas olah dari 43,5% menjadi 85,5 % (Faidur, 1998).

### **BAB III**

## **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1. Tujuan Penelitian**

Membuat IPAL MINI untuk limbah deterjen anionik domestik (DETANDO) yang murah, sederhana dan tidak membutuhkan banyak tempat, dengan kapasitas olah sekitar 50 liter/jam

### **3.2. Manfaat Penelitian**

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan IPAL DETANDO skala Rumah Tangga. Alat ini diharapkan dapat diterapkan di rumah tangga-rumah tangga, sehingga mampu mengurangi beban limbah deterjen di sungai-sungai yang menjadi muara limbah cair masyarakat.
2. Sebagai studi awal untuk perancangan IPAL DETANDO Skala Menengah, yaitu untuk mengolah limbah deterjen dari:
  - a. *Jasa Laundry*,
  - b. Rumah Sakit,
  - c. Restorasi, Perhotelan sejenisnya
3. Target akhir adalah dapat didesain IPAL DETANDO Skala Industri, yaitu untuk mengolah deterjen dari
  - a. PDAM
  - b. industri-industri deterjen
  - c. industri-industri lain yang banyak mengeluarkan limbah deterjen.

Jika hasil penelitian ini terbukti memiliki kapasitas olah tinggi, maka IPAL MINI DETANDO layak diajukan Hak PATEN di Departemen Kehakiman RI.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini direncanakan dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan, sejak proposal penelitian disetujui. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian diharapkan dapat dilakukan di laboratorium Kimia Fisik dan Kimia Analitik FMIPA Universitas Airlangga.

#### 1.2 Rancangan Riset

Rancangan riset yang dilakukan termasuk eksperimen murni. Metode ini dipilih karena pembuatan IPAL dilakukan di laboratorium, serta analisis kadar limbah deterjen juga dilakukan di laboratorium. Data yang diperoleh, langsung dapat menjawab permasalahan dan data yang diperoleh diperlukan untuk menjawab masalah-masalah berikutnya.

#### 1.3 Sampel

Sampel limbah deterjen anionik adalah larutan deterjen buatan dari larutan standar Na-Lauril sulfat teknis ~100 ppm yang mewakili limbah deterjen anionik domestik.

#### 1.4 Bahan dan Alat

<u>Bahan-bahan yang dipakai</u>	<u>Alat-alat yang dipergunakan</u>
Na-Lauril sulfat p.a.	<i>Detergent Kit Test</i> model DE-2
Reagensia Detergent Kit test	Ion-analyzer
Asam sulfat pekat	Pompa air
Aquades	Drum plastik 200 liter
Lempeng aluminium	Alat-alat gelas kimia
Pipa paralon PVC	<i>Stop watch</i>
Lem alteco & lem paralon	Neraca analitik
Kabel listrik	Botol sampel

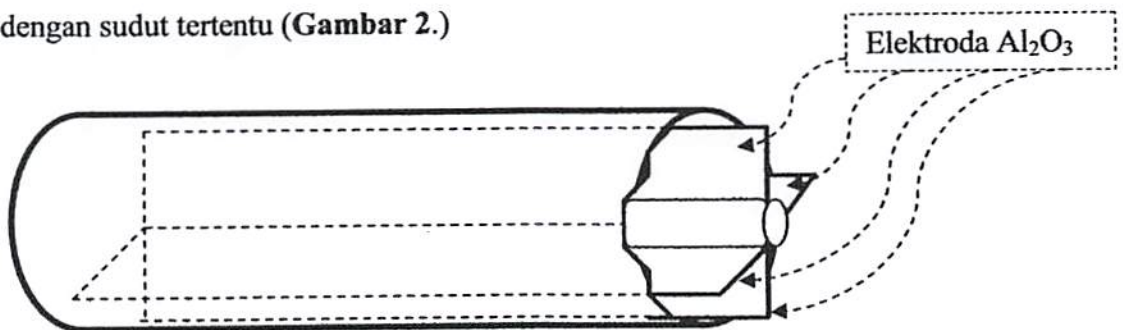
## 5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilakukan di Laboratorium, dengan urutan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pembuatan lempengan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dari logam aluminium
  - a. Lempeng aluminium dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang dikehendaki,
  - b. Potongan aluminium dicelupkan dalam asam sulfat pekat 5 N selama 2 jam, kemudian ditiriskan dan dibilas dengan akuades, untuk selanjutnya dikeringkan dalam oven.
2. Pembuatan kolom elektroflotasi dengan berbagai model paralel untuk pemasangan elektroda  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

### a. Model Paralel Pusat

Dibuat kolom elektroflotasi dari pipa paralon PVC berdiameter 5" dengan panjang 1 meter, yang dilengkapi dengan saluran *input* dan *output* limbah. **Model paralel berpusat** adalah model dimana elektroda dipasang mengikuti garis yang menghubungkan antara lingkaran dengan titik pusat kolom, dengan sudut tertentu (**Gambar 2.**)

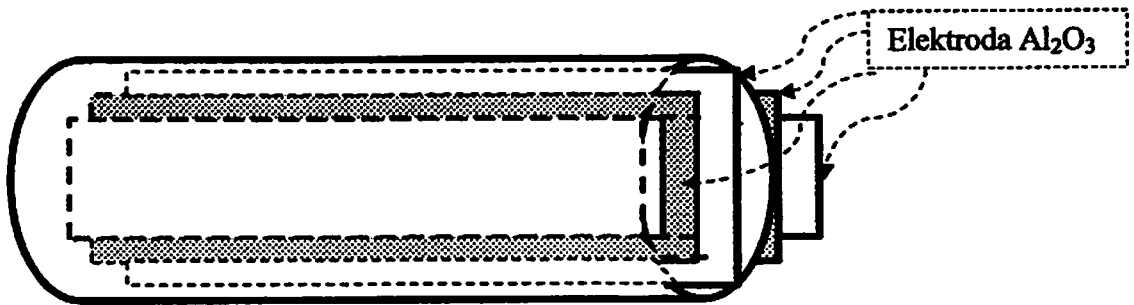


**Gambar 2.** Pemasangan elektroda model paralel berpusat

### b. Model Paralel Sejajar

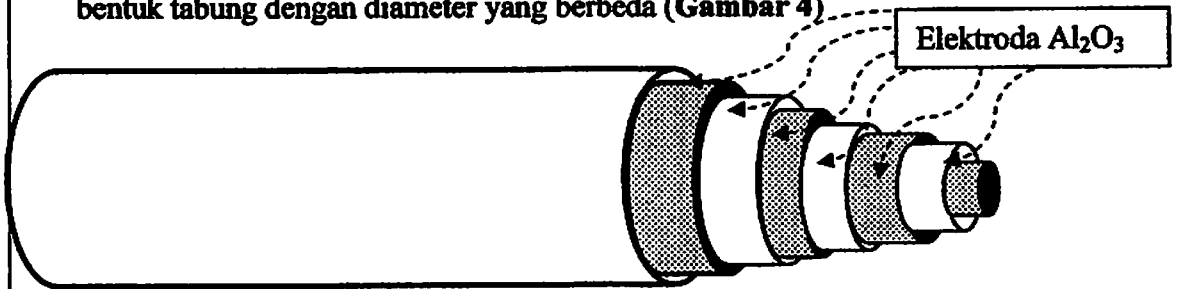


**Model Paralel Sejajar** adalah model dimana elektroda dipasang sejajar satu sama lain yang dimasukkan ke dalam pipa paralon 5 " (**Gambar 3**)



**Gambar 3.** Pemasangan elektroda model parallel sejajar

c. **Model parallel melingkar** adalah model dimana elektroda dipasang dalam bentuk tabung dengan diameter yang berbeda (**Gambar 4**)



**Gambar 4.** Pemasangan elektroda model parallel melingkar

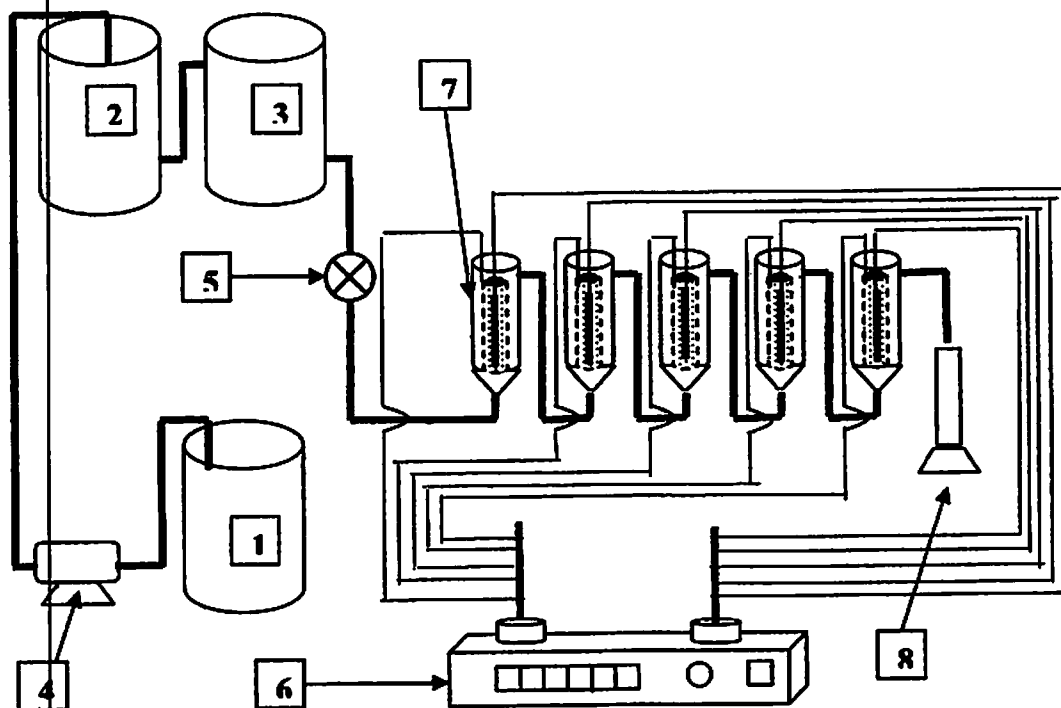
Dalam pemasangan elektroda, dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- (i) Masing-masing model divariasi jumlah lempeng elektrodanya,
- (ii) Masing-masing lempeng elektroda dihubungkan dengan arus listrik DC,
- (iii) Pemasangan elektroda yang dialiri arus DC disusun secara berselang-seling, yakni katoda-anoda-katoda-anoda-katoda-anoda ...dst.

### 3. Proses Elektroflotasi,

- a. Dilakukan proses elektroflotasi dengan kecepatan alir 20 liter/jam dan arus terpasang 8 amper untuk masing-masing model elektroflotasi. Instalasi IPAL MINI-nya disusun seperti **Gambar 5**, di bawah:





**Gambar 5. Skema instalasi IPAL MINI metode elektroflotasi untuk limbah deterjen anionik domestik menggunakan elektroda model paralel pusat yang dipasang vertikal**

**Keterangan Gambar:**

1 = Drum limbah

2, 3 = Drum reservoir limbah

4 = pompa

5 = Kran pengatur kecep. Alir

6 = Ion-analizer

7 = kolom elektroflotasi

8 = penampung hasil olah limbah

- b. Dilakukan proses pengolahan limbah deterjen, dari NaLS teknis menggunakan air PDAM sebagai pelarut dengan konsentrasi awal ~100 ppm
- c. Untuk masing-masing model, dipasang 2 katoda dan 2 anoda. Kemudian diukur daya reduksi IPAL terhadap limbah deterjen yang diolah pada kecepatan alir dan kuat arus terpasang yang sama

$$\text{Daya Reduksi} = \frac{([\text{deterjen}]_{\text{in}} - [\text{deterjen}]_{\text{out}})}{([\text{deterjen}]_{\text{in}})} \times 100\%$$

- d. Model yang dipilih ialah yang memiliki Kapasitas Olah terbesar

4. Analisis kadar limbah deterjen menggunakan *Detergent Kit Test*. Semua analisis dilakukan dengan replika 3 kali, dan hasil analisis dipergunakan untuk menghitung Kapasitas Olah IPAL di atas,

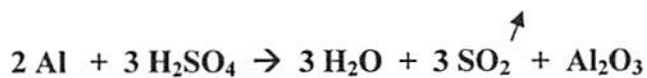
5. Untuk menentukan kondisi optimum IPAL MINI DETANDO, model terbaik dioperasikan dengan melakukan:
- Variasi kecepatan alir dengan arus terkecil (0,5 amper), untuk mendapatkan kecepatan alir optimum,
  - Variasi kuat arus DC terpasang dari 0,5 ; 1; 1,5 ; 2; 3; 5 dan 8 A, menggunakan kecepatan alir optimum, untuk mendapatkan kuat arus optimum
  - Variasi jumlah lempeng elektroda, dari 2 pasang; 3 pasang dan 4 pasang elektroda, menggunakan kecepatan alir dan arus listrik DC optimum
3. Menentukan kapasitas olah IPAL MINI menggunakan Kolom Elektroflotasi termodifikasi dengan melakukan variasi jumlah kolom yang di pasang secara seri.
- Memasang kolom elektroflotasi secara seri mulai 2 kolom, 3 kolom, 4 kolom sampai 5 kolom,
  - Menentukan kapasitas olah limbah untuk masing-masing jumlah kolom elektroflotasi yang dipasang secara seri.

## BAB V

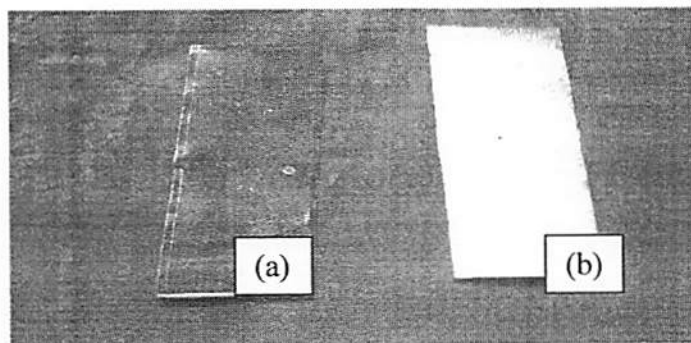
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pembuatan Elektroda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Aluminium lembaran setebal 1 cm dipotong-potong untuk ukuran 6 x 80 cm<sup>2</sup>, lalu direndam dalam asam sulfat pekat 10% (v/v) selama 20 menit. Setelah lempeng Al tersebut dimasukkan dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, timbul gelembung kecil-kecil dan bau gas belerang. Hal ini menandakan logam tersebut bereaksi menurut persamaan reaksi berikut:



Mengingat gas SO<sub>2</sub> dapat membahayakan pernafasan, maka proses oksidasi logam Al dengan asam sulfat harus dilakukan di almari asam. Logam Al yang semula menkilap, setelah teroksidasi menjadi buram, seperti terlihat dalam **Gambar 6** di bawah,



**Gambar 6.** Permukaan logam aluminium (a) sebelum dioksidasi (b) setelah dioksidasi (Hasil pemotretan di Lab. Kimia Fisik F. sainstek Unair)

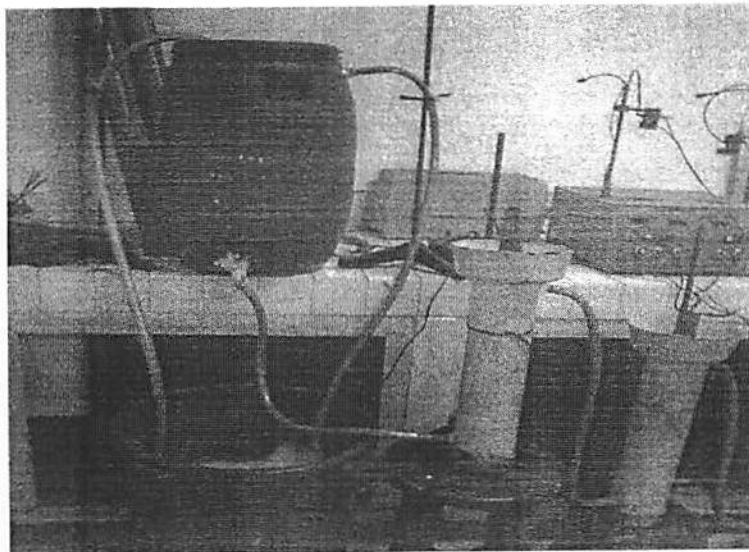
#### 2. Penyusunan IPAL DETANDO

Dalam menyusun IPAL, system harus kontinyu dan pengaturan kecepatan alir harus konstan. Untuk mencapai hal tersebut :

- a. Perlu adanya umpan limbah secara *recycle*, dengan bantuan pompa bebas minyak,

- b. Harus dihindari adanya kebocoran sistem, terutama pada sambungan,
- c. Perlu mengatur ketinggian antar kolom elektroda, sedemikian rupa sehingga tidak timbul *overflow*

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 7** di bawah,



**Gambar 7.** Sistem kontinyu pada IPAL DETANDO (Hasil pemotretan di lab. Kimia Fisik F. sainstek Unair)

### 3. Pemilihan Desain Kolom Elektroda

Data hasil proses elektroflotasi dari tiga model kolom elektroda, dapat dilihat pada **Tabel 4** Di bawah

**Tabel 4.** Daya Reduksi IPAL DETANDO, dari tiga model kolom elektroda(#)

Model Kolom Elektroflotasi	Kadar deterjen (ppm)					Reduksi Limbah	Daya Reduksi
	input	Output					
		1	2	3	rerata		
Paralel Pusat Vertikal	94,3	88,4	89,2	90,9	89,5	4,8	5,09 %
Paralel Pusat Horisontal	94,3	89,5	90,4	92,1	90,6	3,7	3,92 %
Paralel Sejajar Horisontal	94,3	86,1	85,9	85,4	85,8	8,5	9,01 %
Paralel Llingkar Vertikal(*)	-	-	-	-	-		-

Keterangan:

(#) Elektroflotasi dilakukan pada kecepatan alir 20 liter/jam dan arus terpasang 1 ampere. (Kondisi Optimum proses elektroflotasi, menggunakan data dari penelitian sebelumnya). Elektroda yang menggunakan seluas  $5 \times 40 \text{ cm}^2$  dengan jumlah 2 (dua) pasang elektroda

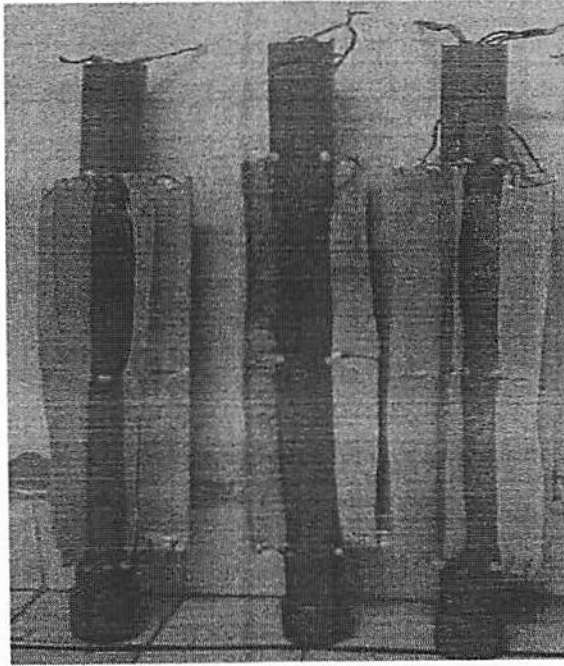
(\*) Model Paralel Melingkar tidak dilakukan, karena tidak efisien

a. **Model Paralel Pusat**

Model Paralel pusat ada dua macam, yaitu (i) Paralel pusat yang dipasang vertikal, (ii) Paralel Pusat yang dipasang horisontal.

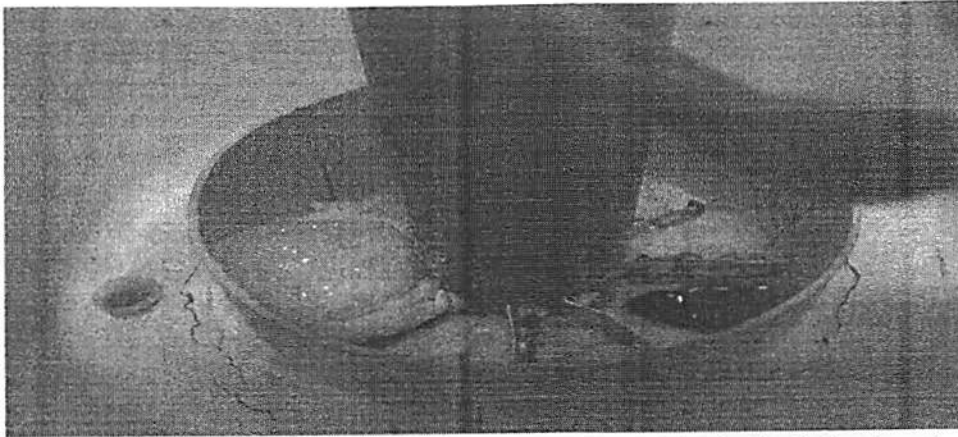
(i) **Model Paralel pusat yang dipasang vertikal**

Jumlah elektroda yang dipasang dapat mencapai 10 keping ( 5 pasang). Bentuk desain elektrodanya dapat dilihat pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Desain elektroda paralel pusat (Hasil pemotretan di lab Kimia Fisik F Sainstek Unair)

Dalam proses elektroflotasi, pengurangan kadar deterjen terjadi karena dua hal, yaitu (a) teradsorpsinya deterjen yang bermuatan negative ke anoda oleh gaya elektrokimia, (b) timbulnya buih karena di katoda terjadi pelepasan oksigen. Makin besar arus terpasang, buih makin banyak. Seperti terlihat di **Gambar 9**.

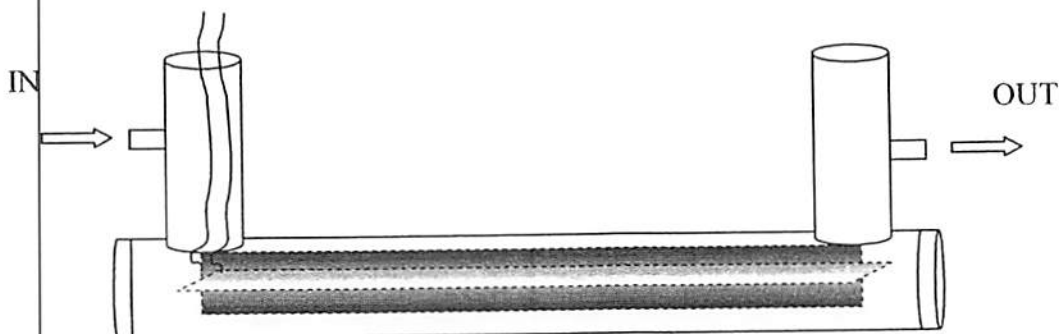


**Gambar 9.** Timbulnya buih hasil elektrofoltasi limbah deterjen (Hasil pemotretan di lab kimia fisik F. sainstek Unair)

Kelemahan yang muncul pada model **Sejajar Pusat** adalah aliran input limbah ada di dasar kolom elektrofotasi, sedangkan output limbah ada di bagian atas kolom. Dengan demikian aliran limbah mengalami hambatan karena saat limbah masuk, harus melawan tekanan air setinggi kolom. Akibatnya kecepatan alir tidak bisa konstan dan aliran limbah mengalami turbulensi, yang pada gilirannya dapat mengganggu deterjen yang sebelumnya telah teradsorpsi dipermukaan elektroda. Upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memasang elektroda model **Paralel Pusat** yang dipasang horisontal.

#### (ii) Model Paralel Pusat yang dipasang horizontal

Menggunakan elektroda yang sama dengan pemasangan vertikal, elektroda dimasukkan ke dalam tabung paralon berbentuk "huruf U", seperti pada **Gambar 10**,



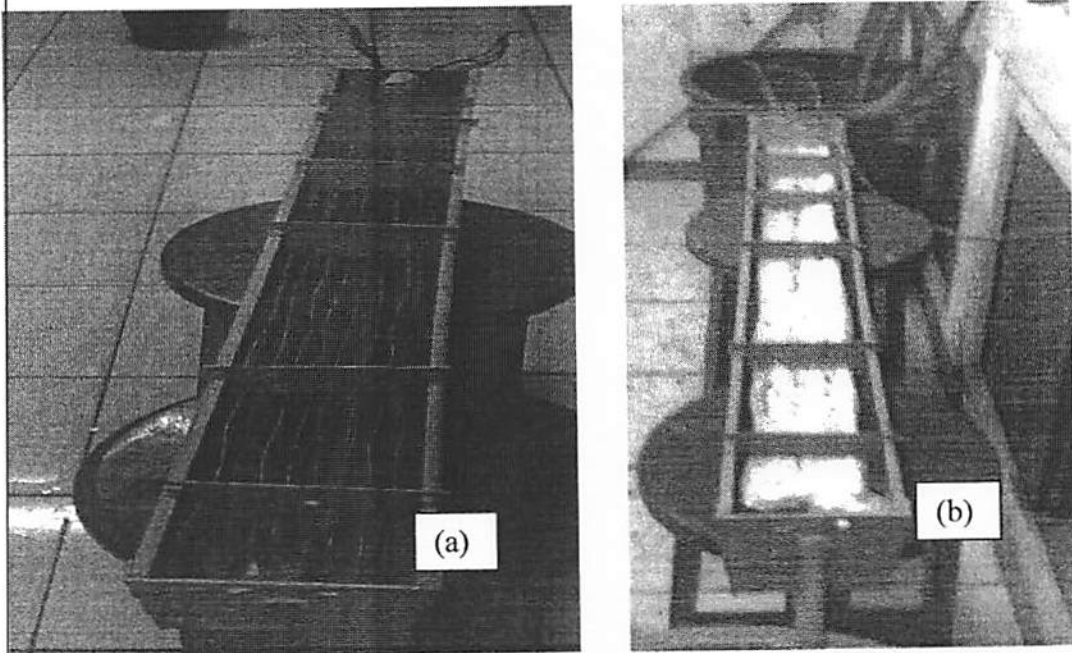
**Gambar 11.** Elektrofotasi dengan model Paralel Pusat yang dipasang horizontal

Kelebihan model ini adalah kecepatan alir dapat dipertahankan secara konstan, tetapi masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya (i) kesulitan dalam bongkar-pasang elektroda, (ii) arus turbulensi masih cukup dominan, (iii) gelembung yang muncul, sebagian ikut hanyut dalam aliran output limbah.

### c. Model Paralel Sejajar

Model yang ini tidak menggunakan pipa paralon, tetapi memakai talang paralon. Hal ini untuk menghasilkan efisiensi ruang dan efektivitas dalam proses elektrokimianya. Jumlah elektrodanya dapat divariasikan dari 2 ; 3 maupun 4 pasang.

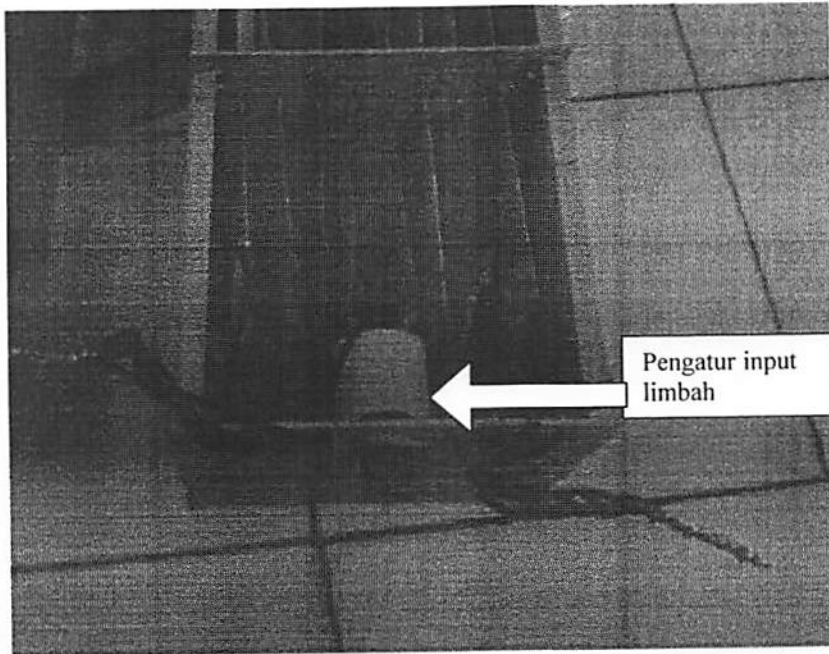
Bentuk kolom elektrodanya seperti tertera pada **Gambar11**



**Gambar 11.** Kolom elektroflotasi model paralel sejajar (a) sebelum elektroflotasi (b) saat proses elektroflotasi berlangsung (Hasil pemotretan di lab Kimia Fisik F. sainstek Unair)

Kelebihan model ini adalah (i) kecepatan alir dapat dijaga secara konstan, (ii) arus turbulensi yang timbul relative sedikit, (iii) gelembung yang muncul tertahan oleh sekat-sekat pemisah elektroda, bongkar-pasang elektroda mudah dilakukan. Kelemahan yang muncul ialah: adanya ketidak meratanya input air limbah yang

mengalami proses elektroflotasi. Di bagian tengah talang paralon terjadi aliran paling deras, sedangkan di bagian pinggir talang alirannya paling pelan. Untuk mengatasinya, pada input limbah dipasang pipa pendistribusi yang dilobangi secara merata (lihat **Gambar 12**).



**Gambar 12.** Pengatur input limbah agar menyebar secara merata (Hasil pemotretan di Lab Kimia Fisik F. Sainstek Unair)

#### d. Model Paralel Melingkar

Model ini tidak dilakukan, mengingat: (i) pemasangan elektro jadi lebih sulit, (ii) efektivitas dalam proses elektrokimianya kurang bagus, karena luas permukaan antar katoda dengan anoda tidak akan sama.

### 5.4. Penentuan kondisi optimum IPAL MINI DETANDO

Berdasarkan tabel 4., maka model yang terbaik adalah **Paralel Sejajar Horisontal**. Selanjutnya dilakukan pencarian kondisi optimum operasi elektroflotasi yang meliputi: (a) kecepatan alir, (b) arus terpasang optimum dan (c) potensial terpasang optimum. Model ini dioperasikan menggunakan elektroda ukuran  $8 \times 80 \text{ cm}^2$  dan jumlah elektroda 4 pasang.



### a. Penentuan kecepatan alir optimum

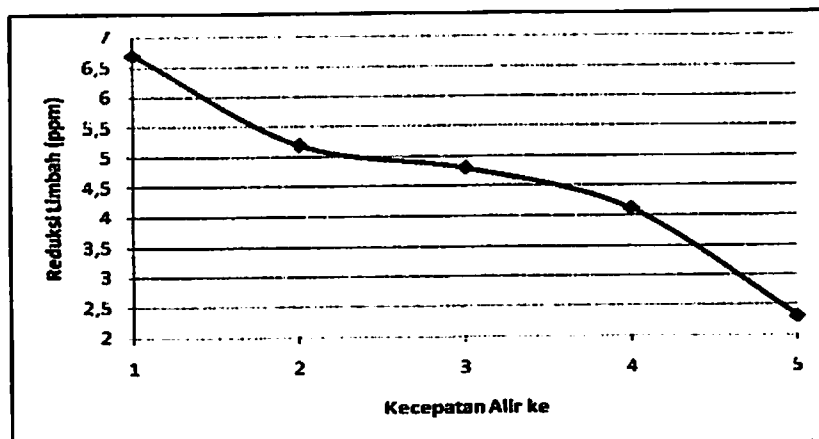
Kecepatan alir optimum ditentukan menggunakan arus 1 ampere. Hasilnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.** Pengaruh kecepatan alir terhadap Daya Reduksi IPAL DETANDO metode elektroflotasi menggunakan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horizontal (\*)

Kecepatan Alir (liter/jam)	Kadar Deterjen (ppm)					Reduksi Limbah	Daya Reduksi
	input	output					
		1	2	3	rerata		
15	92,5	85,8	85,7	86,1	85,8	6,7	7,24 %
24	92,5	86,8	87,1	88,2	87,3	5,2	5,62 %
36	92,5	87,4	87,6	88,1	87,7	4,8	5,19 %
72	92,5	88,6	88,1	88,7	88,4	4,1	4,43 %
120	92,5	89,5	90,3	90,8	90,2	2,3	2,49%

(\*) Ukuran elektroda  $5 \times 40 \text{ cm}^2$  dengan jumlah elektroda 2 pasang dan arus terpasang 1 ampere

Data pada Tabel 5 jika dibuat grafik, hasilnya seperti tertera pada Gambar 13,



**Gambar 13.** Grafik Pengaruh kecepatan alir terhadap reduksi limbah

Pada Gambar 13 nampak bahwa dari kecepatan alir ke 1 (15 l/jam) debit limbah ditingkatkan menjadi kecepatan alir ke 2 (24 l/jam), terjadi penurunan reduksi limbah yang agak tajam. Sedangkan dari kecepatan alir ke 2 sampai dengan ke 4, penurunan reduksi limbah cukup kecil. Penurunan agak besar terjadi jika mencapai kecepatan alir ke 5 (120 l/jam). Oleh karena itu, kecepatan alir optimum ditetapkan pada 72 l/jam (kecepatan alir ke 4).

### b. Penentuan Kuat Arus DC Terpasang Optimum

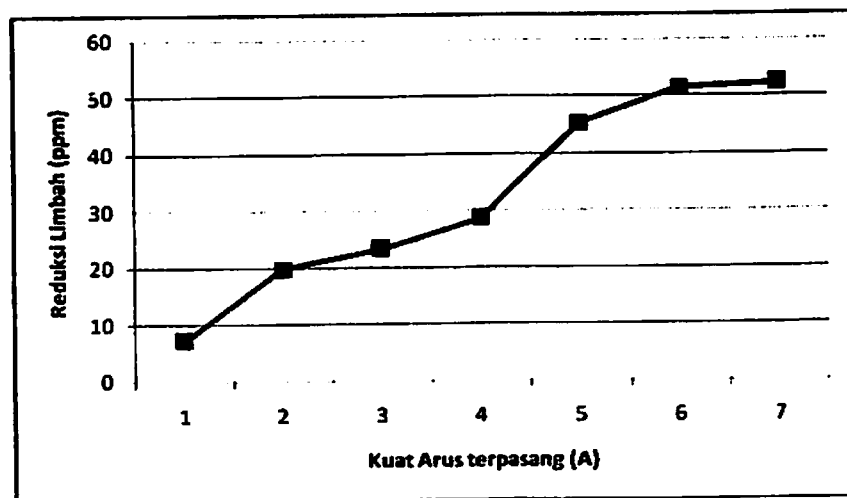
Menggunakan kecepatan alir optimum 72 liter/jam, dilakukan proses elektroflotasi dengan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horisontal sebanyak 4 (empat) pasang. Arus terpasang divariasikan dari 0,5 ; 1; 1,5 ; 2; 3; 5 dan 8 amper.

Hasilnya seperti ditunjukkan Tabel 6

**Tabel 6.** Hubungan Kuat arus listrik DC dengan kapasitas olah limbah deterjen metode elektroflotasi dengan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horisontal sebanyak 4 (empat) pasang

Kuat arus terpasang (amper)	Kadar Deterjen (ppm)					Reduksi Limbah	Daya Reduksi
	input	output					
		1	2	3	rerata		
0,5	93,8	86,4	83,7	90,1	86,7	7,1	7,57 %
1,0	93,8	72,1	73,1	76,8	74,0	19,8	21,10 %
1,5	93,8	68,4	72,6	70,5	70,5	23,3	24,84 %
2,0	93,8	67,3	63,6	64,7	65,2	28,6	30,49 %
3,0	93,8	47,9	49,1	48,7	48,5	45,3	48,29 %
5,0	93,8	42,8	42,6	41,9	42,4	51,4	54,79 %
8,0	93,8	40,9	41,4	42,1	41,5	52,3	55,75 %

Jika data pada Tabel 6 dibuat grafik, diperoleh hasil seperti pada Gambar 14



**Gambar 14.** Grafik hubungan antara kuat arus DC terpasang dengan reduksi limbah metode elektroflotasi

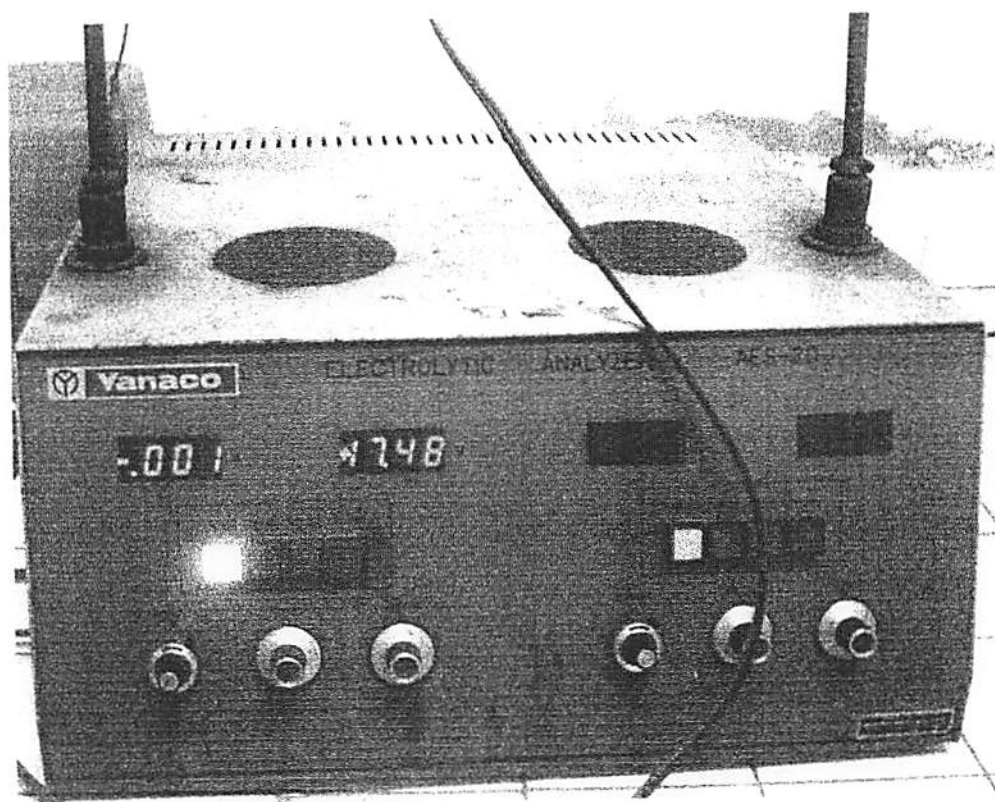
Dari grafik tersebut tampak bahwa, makin besar arus listriknya, makin besar pula daya reduksinya. Pada Arus 5 dan 8 amper, daya reduksi sudah hampir datar.

Oleh karena itu arus **8 ampere** ditetapkan sebagai arus DC terpasang optimum dalam proses elektroflotasi limbah deterjen.

### c. Penentuan Potensial DC Terpasang Optimum

Pada elektroflotasi, sebagai sumber arus digunakan alat electrolytic Analyzer.

Alat ini menghasilkan sumber arus listrik searah (DC) dengan kuat arus yang dapat diatur (dari 0 sampai dengan 10 A).



**Gambar 15.** Alat *Electrolytic Analyzer* yang dipergunakan dalam proses elektroflotasi limbah deterjen (Hasil pemotretan di Lab. Kimia Fisik F.Sainstek Unair)

Saat alat diseting arus tertentu, keluarannya ada dua yaitu (i) kuat arus yang bekerja (ii) potensial listrik yang bekerja. Hubungan arus terpasang dengan arus dan potensial listrik yang bekerja dapat dilihat pada **Tabel 7**

**Tabel 7.** Hubungan arus terpasang dengan arus dan potensial listrik yang bekerja yang didisplai oleh Electrolytic Analyzer

Kuat Arus DC (A)		Potensial Listrik (V)
Terpasang	Terukur	Terukur
0,5	0,01	0,15
1,0	0,03	0,69
1,5	0,09	1,62
2,0	0,28	2,62
3,0	1,26	4,32
5,0	1,29	4,47
8,0	1,45	4,72

Dari Tabel 7 jelas bahwa potensial listrik yang bekerja pada proses elektroflotasi, memiliki hubungan linear dengan kuat arus listriknya. Jadi Potensial listrik optimum untuk proses elektroflotasi sama dengan kuat arus optimum.

#### 5.5. Penentuan Daya Reduksi IPAL DETANDO secara *Recycle*

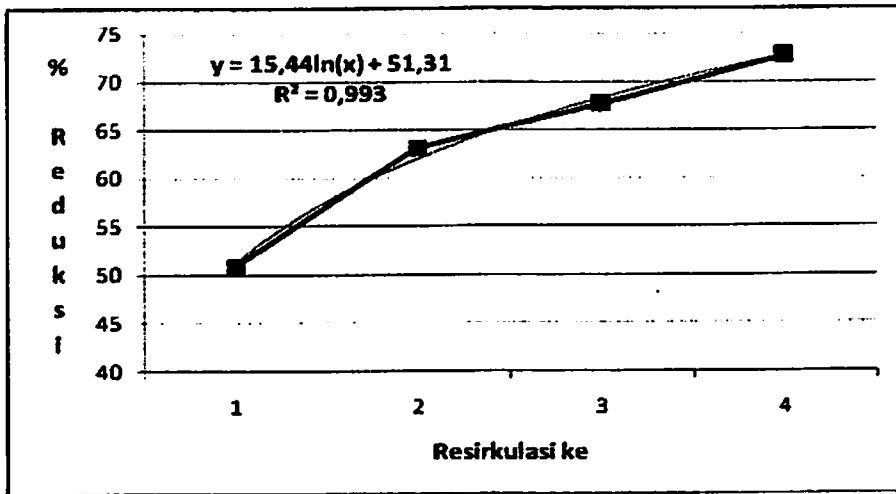
Menggunakan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horizontal, dilakukan proses elektroflotasi dengan secara *recycle*. Hasilnya seperti tertera pada Tabel 8,

**Tabel 8.** Hasil elektroflotasi dengan kolom elektroda model Paralel Sejajar Horizontal dengan resirkulasi sebanyak 4 kali

Proses resirkulasi ke	Kadar deterjen (ppm)					Reduksi Limbah	Daya Reduksi IPAL
	Input awal	output					
		1	2	3	rerata		
1	92,7	47,1	44,3	44,8	45,4	47,2	50,91 %
2	92,7	36,4	32,4	33,9	34,2	58,5	63,10 %
3	92,7	30,4	29,8	29,8	30,0	62,7	67,63 %
4	92,7	22,2	27,3	26,4	25,3	67,4	72,70 %

Data pada Tabel 9 jika buat grafik, diperoleh persamaan regresi fungsi

logaritmik  $y = 15,44\ln(x) + 51,31$  , dengan nilai  $R^2 = 0,993$



**Gambar 16.** Grafik korelasi antara jumlah proses resirkulasi dengan Daya Reduksi limbah deterjen dengan model kolom Paralel Sejajar Horizontal

Dari trend grafik di atas, dapat dilakukan ekstrapolasi data hubungan jumlah kolom elektroda yang disertai dengan kapasitas olah seperti tertera dalam Tabel 9,

**Tabel 9** Hubungan proses resirkulasi dengan Daya Reduksi IPAL berdasarkan persamaan regresi  $y = 15,44\ln(x) + 51,31$

No	Proses Resirkulasi ke (= x)	Daya Reduksi IPAL DETANDO (%)
1	1	51,31
2	2	62,01
3	3	68,27
4	4	72,71
5	5	76,16
6	6	78,97
7	7	81,35
8	8	83,42
9	9	85,23
10	10	86,86
11	11	88,33
12	12	89,67
13	13	90,91
14	14	92,06
15	15	93,12
16	16	94,12
17	17	95,05
18	18	95,94
19	19	96,77
20	20	97,56

Dari Tabel 9 dapat ditarik kesimpulan bahwa secara semiempiris, proses elektroflotasi dengan resirkulasi sebanyak 20 kali, mampu mereduksi limbah deterjen anionik domestik sebesar 97,56 % (w/v).

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk proses elektroflotasi limbah deterjen anionik domestik, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model kolom elektroda yang terbaik adalah Paralel Sejajar Horizontal
2. Kondisi optimum untuk sistem elektroflotasi dengan keping elektroda seluas  $6 \times 80 \text{ cm}^2$  yang dipasang sebanyak 4 pasang elektroda pada kolom berukuran  $100 \times 15 \times 12 \text{ cm}^3$  adalah sbb:
  - a. Kecepatan alir optimum 72 liter/jam,
  - b. Kuat arus listrik optimum adalah 8 A,
  - c. Tegangan listrik terpasang, menyesuaikan dengan laus elektroda dan jarak katoda-anoda
3. Pengurangan kadar limbah deterjen yang diproses secara elektroflotasi disebabkan oleh dua hal,
  - a. Terjadinya penempelan molekul deterjen di permukaan anoda,
  - b. Timbulnya buih akibat keluarnya oksigen dari katoda yang naik ke permukaan
4. Kemampuan mereduksi limbah deterjen dengan proses elektroflotasi sangat dipengaruhi oleh proses resirkulasi. Secara semiempiris, limbah deterjen dapat direduksi sampai 97,56 % dengan debit 72 liter/jam, perlu dilakukan resirkulasi sebanyak 20 kali.

## 6.2. Saran-Saran

1. Sistem elektroflotasi perlu disempurnakan dengan adanya *output* untuk menampung buih yang timbul pada kolom elektroda,
2. Perlu ditindak lanjuti peningkatan kapasitas olah limbah deterjen metode elektroflotasi untuk skala menengah, lewat penambahan jumlah kolom elektroda dan resirkulasi limbah



## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Ani Susilowati, 1998. Pengaruh luas permukaan elektroda  $Al_2O_3$  terhadap daya reduksi limbah deterjen system elektroflotasi, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA Unair, Surabaya
- Anonymous, [http://www.colinhouston.com/MULTICLIENT\\_STUDIES/detergent\\_alkylates/Detergent\\_Alkylate\\_1995-2010.pdf](http://www.colinhouston.com/MULTICLIENT_STUDIES/detergent_alkylates/Detergent_Alkylate_1995-2010.pdf)
- Anonymous, <http://www.battelle.org/environment/geneva/Marketing.stm>
- Anonymous, <http://www.chemistry.co.nz/deterghistory.htm>
- Anonymous, European Markets for Surfactants in Industrial applications([http://www.the-infoshop.com/study/fs22490\\_surfactants.html](http://www.the-infoshop.com/study/fs22490_surfactants.html))
- Antonio, G. *et al.*, 1997, RBC Contact system for treatment of wastewater from small communities, *Water Sci. and Technol.*, **35**, 109-118
- Cahyadi dan Trihadiningrum, Y., 2000. Studi penggunaan kalsium sulfat untuk pengolahan limbah deterjen, *J.Kim.Lingk.*, **3**, 7-14
- Cholil, M., 1997, Adsorpsi deterjen oleh campuran bentonit dan arang aktif, *Skripsi*, Jurusan Kimia FMIPA Unair, Surabaya
- Cornick, P.V.; Cirns Jr., J. ; Belanger, S.E. and Smith, E.P., 1991. Respon of protistan assemblages to a model toxicant, The Surfactant  $C_{12}$ -TMAC (dodecyl-trimethyl ammonium chloride) in lab-stream, *Aquat. Toxicol.*, **20**, 41-70
- Elly, S.P., 1997. Pemilihan elektroda logam untuk reduksi limbah deterjen system elektroflotasi, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA Unair, Surabaya
- Faidur, R., 1991. Pengaruh surfaktan Na-Lauril sulfat terhadap penyimpangan pengukuran keasaman dengan pH meter, *Prosiding*, Seminar HKI, Jurusan Kimia FMIPA UI, Depok, Jakarta
- Faidur, R., 1995. Kinetika adsorpsi deterjen Na-Lauril Sulfat di permukaan elektroda gelas, Lemlit Unair, Surabaya
- Faidur, R., 1998, Teknik pengolahan limbah deterjen metode elektroflotasi, *PROSIDING*, Semnas. Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia, ITS, Surabaya, pp.C03-1/5
- Faidur R., 2005. Ancaman limbah deterjen pada PROKASIH dan upaya penanggulangannya, *Porsiding*, Seminar Nasional Kimia Lingkungan VII, FMIPA Unair, Surabaya
- Ganden, S., 1997, Penggunaan Rotary Biological Contactor (RBC), untuk pengolahan limbah deterjen, Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya
- Jacobi G. and Loehr, A., 1987, Ecology. In: Detergent and textile washing, VCH Verlags, Geseschaft Weinheim, 167-187
- Karlheinz, Hill, 2000, Fats and oils, An oleochemical raw materials, *Pure Appl. Chem*, **72**, 1255-1264
- Karsa, D.R.; Goode, J.M. and Donnelly, P.J. (Eds.), 1991. *Surfactant application directory*, Blackie & Sons, London
- Laurier L. Schramm (Editor), 2000. Surfactants: Fundamentals And Applications In The Petroleum Industry, Cambridge University Press, Cambridge, UK,
- Muharto dan Mulyanto, 1996, Evaluasi kali Surabaya sebagai bahan baku air minum ditinjau dari kandungan deterjennya, *Prosiding*, Konferensi PSL se Indonesia, Bali
- Ritz, H.L., B.L. Evnas and Bruce, R.D., 1993. Respiratory and immunological responses of Guinea Pig to enzyme-containing detergent, Mc. Graw-Hill Book Company, New York
- Rubiyatadji, R., 1993, Penurunan kadar deterjen dalam air dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif, *Skripsi*, Jurusan T. Lingkungan FTSP ITS, Surabaya
- Santi, L., 1999. Adsorpsi deterjen oleh akar gulma itik (*Lemna sp.*), *Skripsi*, Jurusan Kimia FMIPA Unair, Surabaya
- Sastrawijaya, A.I., 1991, Pencemaran, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sudijanto, A., 1993, Uji tingkat biodegradasi limbah deterjen metode *activated sludge*, *Skripsi*, Jurusan T. Lingkungan FTSP ITS, Surabaya

- umarmo; Indro, S. dan Amin, N., 1996, Penurunan kadar deterjen limbah cair dengan pengendapan kimiawi, *Prosiding*, Konferensi PSL se Indonesia, Bali,
- usari Kaplan, , New surfactant for new applications, <http://www.buscom.com/archive/C145.html>
- usuf Izidin, 2001, Studi pengolahan limbah deterjen sistem fluidasi dan clarifier, *J. Kim. Lingk.*, 3,17-24,



ADONIS 0000-0000
