

# Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak Dan Cod Pada Limbah Cair Secara Elektroflokulasi

Hadi Prasetyo Suseno<sup>1</sup>, Purnawan<sup>2</sup> Samuel Kristiyana<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains Terapan

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND

Email: Hp\_suseno@akprind.ac.id<sup>1</sup>, purnawan@akprind.ac.id<sup>2</sup>, [yanaista@akprind.ac.id](mailto: yanaista@akprind.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRACT

*This study aims to analyze to conclude the optimum conditions required for the electro flocculation process and the effect of variations in electric voltage and contact time on decreasing the concentration of fatty oil and COD. The raw material used in this research is wastewater taken from car and motorcycle washing waste. The process is run in batches using a device designed with the principle of electro flocculation with a maximum capacity of 5 liters. The parameters used are the content of Fatty Oil and Chemical Oxygen Demand (COD) with variations in voltage and contact time.*

*The stages carried out consist of the preparation stage and the main experiment. In the preparation stage, the activities carried out are sampling and preservation. At the experimental stage, the main activities carried out are determining the optimum stress and determining the optimum contact time. The voltage variation used when determining the optimum voltage is 4.5v; 6v; 7v; 9v and 12v. Variations of contact time used when determining the optimum contact time were 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes, 60 minutes, and 75 minutes.*

*In an experiment to determine the optimum conditions required for the electro flocculation process, it was found that the changes given to the voltage and contact time greatly affected changes in fatty oils and COD.*

**Keywords :** Motorcycle and car washing waste, electroflocculation, Fat oil, COD

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hingga menyimpulkan kondisi optimum yang diperlukan bagi proses elektroflokulasi dan pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi Minyak lemak dan COD. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah yang diambil dari limbah cuci mobil dan motor. Proses dijalankan secara batch menggunakan alat yang didesain dengan prinsip elektroflokulasi dengan kapasitas maksimum 5 liter. Parameter yang digunakan adalah kandungan Minyak lemak dan *Chemical Oxygen Demmand (COD)* dengan variasi terhadap Tegangan dan Waktu kontak.

Tahapan yang dilakukan terdiri atas tahap persiapan dan percobaan utama. Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan adalah pengambilan sampel dan pengawetan. Pada tahap percobaan utama kegiatan yang dilakukan adalah penentuan tegangan optimum dan penentuan waktu kontak optimum. Variasi tegangan yang digunakan pada saat penentuan tegangan optimum adalah 4,5v; 6v; 7v; 9v dan 12 v. Variasi waktu kontak yang digunakan pada saat penentuan waktu kontak optimum adalah 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan 75 menit.

Pada percobaan untuk mengetahui kondisi optimum yang diperlukan bagi proses elektroflokulasi, diperoleh hasil bahwa perubahan yang diberikan terhadap tegangan dan waktu kontak, sangat berpengaruh terhadap perubahan minyak lemak maupun COD.

**Kata kunci :** Limbah cuci motor dan mobil, elektroflokulasi, Minyak lemak, COD

## Pendahuluan

Yogyakarta yang terkenal dengan sebutan kota pelajar dan kota budaya sangat mendukung dalam hal pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat setiap

tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk tersebut tentu saja sangat berpengaruh terhadap kepemilikan kendaraan bermotor di Yogyakarta, yang pada akhirnya akan mendorong pengusaha membuka usaha

pencucian mobil dan motor. Jasa pencucian mobil dan motor merupakan salah satu jasa yang bergerak di bidang transportasi. Usaha ini dapat menyerap banyak tenaga kerja yang tidak memiliki keahlian khusus, sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran di kota Yogyakarta. Selain memberikan manfaat, usaha ini juga menghasilkan limbah cair yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak di tangani pengolahan limbahnya secara benar.

Air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian mobil dan motor ini pada umumnya mengandung kadar minyak dan lemak. Minyak berasal dari bahan bakar dan lemak berasal dari *vaseline* (gemuk). Minyak dan lemak tersebut mempunyai kadar diatas 50 mg/liter sehingga termasuk golongan III baku mutu limbah cair propinsi D.I.Yogyakarta. Minyak dan lemak jika berada dalam air terlihat dengan jelas pada permukaan air, sehingga menutupi badan air. Akibat utama yang ditimbulkan adalah terganggunya penetrasi sinar matahari dan masuknya oksigen dari udara ke dalam air tersebut, sehingga dapat mengganggu aktivitas biologis yang ada didalamnya. Suatu perairan yang kepadatan minyak di dalamnya maka minyak tersebut akan selalu berada diatas permukaan air, karena berat jenis minyak lebih kecil daripada berat jenis air. Sehingga akan membentuk lapisan diatas permukaan air yang dapat menghambat masuknya oksigen kedalam air dan menjadikan kecilnya damage oksigen (DO) di perairan tersebut. Apabila minyak dan lemak tidak dihilangkan sebelum dibuang kesaluran air dan menimbulkan lapisan tipis pada permukaan air sehingga membentuk lemak. Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol atau gliserol dengan asam lemak. Gliseril dari asam lemak apabila dalam bentuk padat dan kental dikenal sebagai lemak sedangkan dalam cair disebut minyak. ( Sugiharto, 1987 ).

Pencemaran oleh minyak sangat merugikan karena dapat menimbulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Adanya minyak menyebabkan penetrasi sinar ke dalam air berkurang. Intensitas sinar di dalam air sedalam 2 meter dari permukaan air yang mengandung minyak adalah 90 % lebih rendah daripada intensitas sinar pada kedalaman

yang sama di dalam air yang bening.

2. Konsentrasi oksigen terlarut menurun dengan adanya minyak karena lapisan tipis minyak menghambat pengambilan oksigen oleh air.
3. Penetrasi sinar dan pengambilan oksigen yang menurun dengan adanya minyak dapat mengganggu kehidupan yang ada di permukaan air. ( Fardaiz, 1992 )

Berdasarkan paparan permasalahan tersebut, penulis memandang perlunya suatu usaha (penelitian) untuk menurunkan parameter - parameter pencemar. Penelitian ini menggunakan metode Elektroflokulasi dan berskala laboratorium, menggunakan proses *batch* dengan pengamatan terhadap parameter minyak lemak dan COD yang terkandung dalam limbah cair cucian motor dan mobil.

Penelitian ini terdiri atas persiapan dan percobaan utama. Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan adalah pengambilan sampel dan pengawetan. Pada tahap percobaan utama kegiatan yang dilakukan adalah penentuan tegangan optimum dan penentuan waktu kontak optimum.

Pengambilan sampel dilakukan pada saluran pembuangan limbah cucian motor dan mobil, sampel yang diambil sebanyak 15 L, ditampung dalam jerigen. Setelah diambil dari lokasi pengambilan limbah, sampel diawetkan terlebih dahulu dengan cara didinginkan pada suhu  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  didalam lemari pendingin selama satu hari (< 24jam). Pada tahapan penelitian utama, terbagi dalam dua tahap yang saling berkelanjutan yaitu tahap penentuan tegangan optimum dan penentuan waktu kontak optimum

## PEMBAHASAN

### Penentuan Tegangan Optimum

Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa konsentrasi kontrol minyak lemak dan COD melebihi ambang batas konsentrasi minyak lemak dan COD yang diijinkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup RI dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 58 Tahun 1995. Hasil analisa terhadap kandungan minyak lemak dan COD mula – mula (belum mengalami proses elektroflokulasi) merupakan besaran yang digunakan sebagai nilai kontrol.

Penulis memandang nilai kontrol memiliki fungsi yang penting karena pada tahapan selanjutnya akan digunakan sebagai acuan besarnya penurunan dari kedua parameter yang dianalisa. Nilai kontrol minyak lemak sebesar 106 mg/l dan nilai kontrol COD sebesar 389 mg/l. Baku mutu yang diijinkan untuk parameter minyak lemak adalah sebesar 10 mg/l, dan 100 mg/l untuk parameter COD. Besarnya baku mutu yang diijinkan tersebut, penulis sertakan pada halaman lampiran. Lebih besarnya nilai kontrol konsentrasi minyak lemak dan COD dibandingkan nilai baku mutu, menjadi indikasi adanya pencemaran limbah. Data hasil penentuan tegangan optimum dapat dilihat pada Tabel 1.

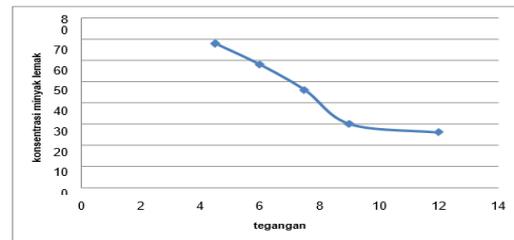
Table 1. Pengumpulan Data pada Penentuan Tegangan Optimum

No.	Kode Sampel	Hasil Analisa	
		Minyak lemak (mg/l)	COD (mg/l)
1.	Kontrol	106	389
2.	45 menit 4,5 volt	68	267
3.	45 menit 6 volt	58	202
4.	45 menit 7,5 volt	46	161
5.	45 menit 9 volt	30	135
6.	45 menit 12 volt	26	117

Pada penentuan tegangan optimum, dilakukan pada waktu kontak 45 menit dengan dikenakan variasi tegangan listrik (4,5v, 6v, 7,5v, 9v, dan 12v).

Table 2. Perubahan Konsentrasi minyak lemak pada Penentuan Tegangan Optimum

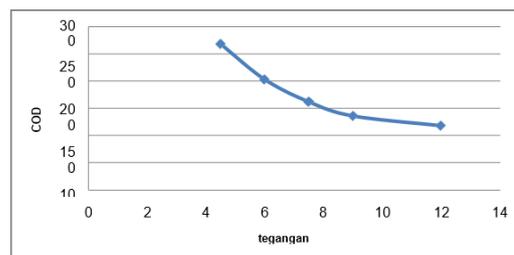
Faktor Penentu		Konsentrasi minyak lemak (mg/l)	Penurunan Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi ; (%)
Waktu Kontak (menit)	Tegangan (volt)			
0	0	106	0	0
45	4,5	68	38	35,85
	6	58	48	45,28
	7,5	46	60	56,60
	9	30	76	71,69
	12	26	80	75,47



Gambar 1. Hubungan Tegangan Listrik terhadap Konsentrasi Minyak lemak pada Penentuan Tegangan Optimum

Table 3. Perubahan Konsentrasi COD pada Penentuan Tegangan Optimum

Faktor Penentu		Konsentrasi COD(mg/l)	Penurunan Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi ; (%)
Waktu Kontak (menit)	Tegangan (volt)			
0	0	389	0	0
45	4,5	267	122	31,36
	6	202	187	48,07
	7,5	161	228	58,61
	9	135	254	65,29
	12	117	272	69,92



Gambar 2. Hubungan Tegangan Listrik terhadap Konsentrasi COD pada Penentuan Tegangan Optimum

Pada Tabel 2 menunjukkan penurunan konsentrasi minyak lemak hingga 26 mg/l dari konsentrasi kontrol minyak lemak sebesar 106 mg/l. Efisiensi penurunan minyak lemak adalah 75,47 %. Pada Tabel 3 menunjukkan penurunan konsentrasi COD hingga 117 mg/l dari konsentrasi kontrol COD sebesar 389 mg/l. Efisiensi penurunan COD adalah 69,92%.

Pola hubungan yang terjadi selama *treatment*, disajikan dalam bentuk gambar untuk masing – masing variabel

*independent*. Gambar 8 memberikan pola hubungan antara pemberian tegangan listrik terhadap besar konsentrasi Fosfat yang dihasilkan. Sedangkan Gambar 9, memberikan pola hubungan antara pemberian tegangan listrik terhadap besar konsentrasi COD yang dihasilkan.

Penulis mengajak pembaca mengamati Tabel 2 dan Gambar 8 secara utuh dan serempak untuk dapat melihat penurunan yang terjadi pada konsentrasi minyak lemak. Pada Tabel 2 saat sampel diberi tegangan 4,5 volt, nilai pada kolom penurunan konsentrasi adalah 38 mg/l atau 35,85 % dari efisiensi semula. Pada Gambar 8, dari data kontrol hingga pada saat tegangan 4,5 volt terhubung melalui satu garis menurun yang tampak jelas. Garis tersebut menurun pada saat tegangan 4,5 volt menuju 9 volt, kemudian dari 9 volt menuju 12 volt garis tersebut menjadi semakin datar. Garis datar yang terbentuk tersebut dikarenakan semakin kecilnya konsentrasi minyak lemak yang dihasilkan pada saat tegangan 9 volt dan 12 volt. Kondisi pada saat garis tersebut menunjukkan kondisi tercapainya tegangan optimum, yaitu pada tegangan 9 volt.

Pengamatan selanjutnya pada Tabel 3 dan Gambar 9, yang menyajikan data penurunan konsentrasi COD dan pola hubungan yang terjadi. Tabel 3, pada kolom penurunan konsentrasi saat sampel diberi tegangan 4,5 volt, penurunan konsentrasi COD yang terjadi adalah 122 mg/l atau 31,36 % dari efisiensi semula. Selanjutnya pada Gambar 9, dari data kontrol hingga pada saat tegangan 4,5 volt, terhubung melalui satu garis menurun yang tampak jelas. Garis tersebut menurun pada saat tegangan 4,5 volt menuju 9 volt, kemudian dari 9 volt menuju 12 volt garis tersebut semakin datar. Garis yang terbentuk tersebut dikarenakan kecilnya perubahan konsentrasi COD yang dihasilkan pada saat tegangan 9 volt dan 12 volt. Konsentrasi akhir COD pada *treatment* yang pertama ini adalah 117 mg/l atau turun 272 mg/l dari konsentrasi kontrol sebesar 389 mg/l.

Persamaan garis yang berfungsi dalam mengasumsikan besarnya variabel *dependent* pada suatu kondisi tertentu, yang dipengaruhi oleh variabel *independent*, menunjukkan hubungan antar variabel yang terjadi. Pada penelitian ini, tegangan listrik dan waktu kontak yang digunakan berfungsi

sebagai variabel *independent*, sedangkan konsentrasi minyak lemak dan COD berfungsi sebagai variabel *dependent*.

Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan tegangan optimum untuk minyak lemak adalah  $y = 0,633x^2 - 16,44x + 131,1$ . Besarnya pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent* pada penentuan tegangan optimum (koefisien determinasi;  $R^2$ ) adalah 96.9 %.

Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan tegangan optimum untuk COD adalah  $y = 3,305x^2 - 74,15x + 531,6$ . Besarnya koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 99.8 %.

### Penentuan Waktu Kontak Optimum

Data hasil penentuan waktu kontak optimum dapat dilihat pada tabel dibawah.

Table 4. waktu kontak optimum

No.	Kode Sampel	Hasil Analisa	
		Minyak lemak (mg/l)	COD (mg/l)
1.	Kontrol	78	360
2.	9 volt 15 menit	46	206
3.	9 volt 30 menit	32	152
4.	9 volt 45 menit	18	104
5.	9 volt 60 menit	10	60
6.	9 volt 75 menit	6	50

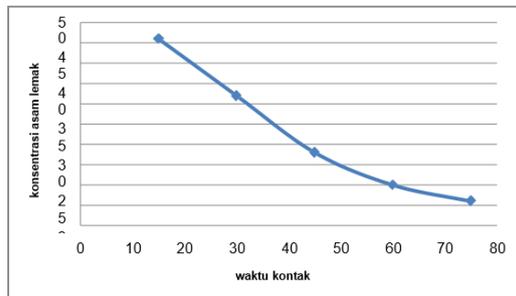
### Penentuan Waktu Optimum

Pada penentuan waktu kontak optimum, dilakukan pada tegangan 9 volt dengan dikenakan variasi waktu kontak (15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan 75 menit).

Table 5. Perubahan Konsentrasi minyak lemak pada Penentuan Waktu Kontak Optimum

Faktor Penentu		Konsentrasi minyak lemak (mg/l)	Penurunan Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi ; (%)
Waktu Kontak (menit)	Tegangan (volt)			
0	0	78	0	0

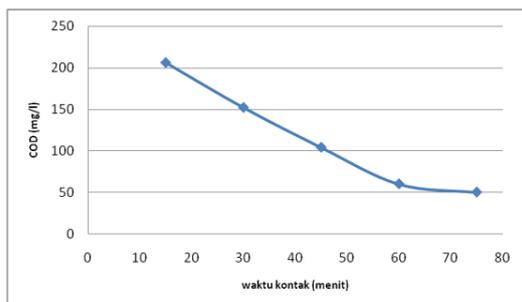
15	9	46	32	41,02
30		32	46	58,97
45		18	60	76,92
60		10	68	87,17
75		6	72	92,30



Gambar 3. Hubungan Tegangan Listrik terhadap Konsentrasi minyak lemak pada Penentuan Waktu Kontak Optimum

Table 6. Perubahan Konsentrasi COD pada Penentuan Waktu Kontak Optimum

Faktor Penentu		Konsentrasi COD (mg/l)	Penurunan Konsentrasi (mg/l)	Efisiensi ; (%)
Waktu Kontak (menit)	Tegangan (volt)			
0	0	360	0	0
15	9	206	154	42,77
30		152	208	57,77
45		104	256	71,11
60		60	300	83,33
75		50	310	86,11



Gambar 4. Hubungan Tegangan Listrik terhadap Konsentrasi COD pada Penentuan Waktu Kontak Optimum

Pada Tabel 5 menunjukkan penurunan konsentrasi minyak lemak hingga 6 mg/l dari konsentrasi kontrol minyak lemak sebesar 78 mg/l. Efisiensi penurunan minyak lemak adalah 92,30%.

Pada Tabel 6 menunjukkan penurunan konsentrasi COD hingga 50 mg/l dari konsentrasi kontrol COD sebesar 360 mg/l. Efisiensi penurunan COD adalah 86,11%.

Pola hubungan yang terjadi selama *treatment*, disajikan dalam bentuk gambar untuk masing – masing variabel *independent*. Gambar 10 memberikan pola hubungan antara pemberian waktu kontak terhadap besar konsentrasi minyak lemak yang dihasilkan. Sedangkan Gambar 11, memberikan pola hubungan antara pemberian waktu kontak terhadap konsentrasi COD yang dihasilkan.

Pada Tabel 5 dan Gambar 10 secara utuh dan serempak untuk dapat melihat penurunan yang terjadi pada konsentrasi minyak lemak. Pada Tabel 5 saat sampel diberi waktu kontak 15 menit, nilai pada kolom penurunan konsentrasi adalah 32 mg/l atau turun 41,02 % dari efisiensi semula. Pada Gambar 10, dari data kontrol hingga pada saat waktu kontak 15 menit terhubung melalui satu garis menurun yang tampak jelas. Garis tersebut menurun pada saat waktu kontak menuju 60 menit, kemudian dari 60 menit menuju 75 menit garis tersebut cenderung mendatar. Garis hampir datar yang terbentuk tersebut dikarenakan sangat kecilnya perubahan konsentrasi minyak lemak yang dihasilkan pada saat tegangan 60 menit dan 75 menit. Kondisi pada saat garis datar tersebut menunjukkan kondisi tercapainya tegangan optimum, yaitu pada waktu kontak 60 menit.

Pengamatan selanjutnya pada Tabel 6 dan Gambar 11, yang menyajikan data penurunan konsentrasi COD dan pola hubungan yang terjadi. Tabel 6, pada kolom penurunan konsentrasi saat sampel diberi waktu kontak 15 menit, penurunan konsentrasi COD yang terjadi adalah 154 mg/l atau 42,77 % dari efisiensi semula. Selanjutnya pada Gambar 11, dari data kontrol hingga pada saat waktu kontak 15 menit, terhubung melalui satu garis menurun yang tampak jelas. Garis tersebut menurun pada saat waktu kontak 15 menit menuju 60 menit, kemudian dari 60 menit menuju 75 menit garis tersebut hampir datar. Garis yang terbentuk tersebut dikarenakan kecilnya

perubahan konsentrasi COD yang dihasilkan pada saat waktu kontak 60 menit menuju 75 menit. Konsentrasi akhir COD pada penentuan waktu kontak optimum ini adalah 50 mg/l atau turun 310 mg/l dari konsentrasi kontrol sebesar 360 mg/l.

Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan waktu kontak optimum untuk minyak lemak adalah  $y = 0,008x^2 - 1,422x + 66$ . Besarnya pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent* pada penentuan tegangan optimum adalah 99,7 %.

Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan tegangan optimum untuk COD adalah  $y = 0,029x^2 - 5,321x + 281,6$ . Besarnya pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent* pada penentuan tegangan optimum adalah 99,4 %.

### Kesimpulan

Pada percobaan untuk mengetahui kondisi optimum yang diperlukan bagi proses elektroflokulasi, diperoleh hasil bahwa perubahan yang diberikan terhadap tegangan dan waktu kontak, sangat berpengaruh terhadap perubahan minyak lemak maupun COD.

Pada penentuan tegangan optimum, nilai konsentrasi mula – mula untuk minyak lemak sebesar 106 mg/l dan COD sebesar 389 mg/l. Nilai penurunan konsentrasi minyak lemak dan COD optimum adalah pada saat tegangan 9 volt yaitu sebesar 30 mg/l untuk minyak lemak dan 117 mg/l untuk COD. Persentase penurunan konsentrasi minyak lemak 75,47 % dan COD 69,92 %.

Pada penentuan waktu kontak optimum, nilai konsentrasi mula – mula untuk minyak lemak sebesar 78 mg/l dan COD sebesar 360 mg/l. Nilai penurunan konsentrasi optimum adalah pada saat waktu kontak 60 menit yaitu sebesar 10 mg/l untuk minyak lemak dan 60 mg/l untuk COD. Persentase penurunan konsentrasi minyak lemak 92,30 % dan penurunan konsentrasi COD 86,11 %.

Pengaruh variabel yang ditunjukkan dalam persamaan masing – masing kondisi optimum yaitu :

1. Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan tegangan optimum untuk minyak lemak adalah  $y = 0,633x^2 - 16,44x + 131,1$ . Besarnya

pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent* pada penentuan tegangan optimum (koefisien determinasi;  $R^2$ ) adalah 96,9 %.

2. Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan tegangan optimum untuk COD adalah  $y = 3,305x^2 - 74,15x + 531,6$ . Besarnya koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 99,8 %.
3. Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan waktu kontak optimum untuk minyak lemak adalah  $y = 0,008x^2 - 1,422x + 66$ . Besarnya koefisien regresinya adalah 99,7 %.
4. Persamaan garis yang dihasilkan pada penentuan tegangan optimum untuk COD adalah  $y = 0,029x^2 - 5,321x + 281,6$ . Besarnya koefisien regresinya adalah 99,4 %.
5. Nilai optimum konsentrasi minyak lemak dan COD yang diperoleh dalam penelitian ini berada di bawah baku mutu limbah cair bagi bengkel atau usaha cuci mobil dan motor yang diputuskan oleh keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta no.281/KPTS/1998. Baku mutu yang diijinkan untuk parameter minyak lemak adalah sebesar 10 mg/l, dan 100 mg/l untuk parameter COD.

Berdasarkan analisa diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian terhadap penurunan konsentrasi minyak lemak dan COD pada limbah cair cucian mobil dan motor dengan menggunakan metode elektroflokulasi .

### DAFTAR PUSTAKA

- Algifari, 2000, **Analisis Regresi ; Teori, Kasus, dan Solusi**, ed. 2, BPFE, Yogyakarta
- Andra, 2008, **Tegangan Listrik**, <http://elektronik4.blogspot.com>, diakses pada 18 Mei 2009.
- Chatib, B. 1998. **Pengelolaan Air Limbah**. ITB. Bandung.
- Dimoglo, Anatoly, et al, 2004, **Removal of Nickel; Cupper and Mercury from Aqueous Solutions by Electro-Coagulation Using Aluminium Electrodes**, Journal of Environmental Engineering

Department, Vol 219 No : 4, 29 Sept - 3 Oct 2004.

Faiqun, Ni'am, Moh. 2007. **Removal of COD and Turbidity to Improve Waste Water Quality Using Electrocoagulation Technique**. Journal of Analytical Sciences. Vol 11 No : 1, 2007 P : 198-205.

Faraday, Michael., 1834, **Philosophical Transactions of the Royal Society**, www.wikipedia.com, diakses pada 4 Juli 2008.

Khopkar, S.M, 1990, **Konsep Dasar Kimia Analitik**, halaman, hal 275, UI. Pres, Jakarta.

Manahan, E., Stanley, 1984, **Environmental Chemistry**, ed. 7, p : 205-771, Lewis Publisher, New York.

Metcalf, Eddy, 1972, **Wastewater Engineering**, Metcalf & Eddy. Inc.

Rajkumar, D., 2004, **Combined electrochemical degradation and activated carbon adsorption treatments for wastewater containing mixed phenolic compounds**, *Journal of Environmental Engineering*. Vol 10 No :4, 2005 P : 1- 9.

Ramesh, Babu, N.S. Bhadrinarayana, K.M.Meera Sheriffa Begum, Anantharaman N., 2007, **Treatment Of Tannery Wastewater By Electrocoagulation**, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, Vol 42 No: 2, 2007 p: 201-206.

Siregar. Sakti, A., 2005, **Instalasi Pengolahan Air Limbah**, hal. 15-50, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Suci. K. Tyas., 2006, **Kajian Implementasi Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup**, <http://www.simta.uns.ac.id>, diakses pada 19 Desember 2008

Sugiharto, 1987, **Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah**, Universitas Indonesia, Jakarta.

Supranto, J., 1987, **Statistik; Teori dan Aplikasi jilid 1**, ed. 5, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sewyer, C.N, 1958, **effect of Synthetic Detergent On Sewage Treatment**, *Journal Sewage and Industrial Waters*, University

Wardhana, W.A., 1995, **Dampak Pencemaran Lingkungan**, ed.1, hal. 82-85, Andi Offset, Yogyakarta.