

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA

SELESAI

541.345.3
STU

PAMERAN

176 OCT 1996

STUDI TENTANG KINETIKA ADSORPSI DETERJEN DI PERMUKAAN ELEKTRODA GELAS SECARA ELEKTROLISIS

Ketua Peneliti :

Drs. Faidur Rochman, MS.

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

0020019953141



MILIK
PERPUSTAKAAN
"UNIVERSITAS AIRLANGGA"
SURABAYA

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai Oleh : DIP OPF Unair 1994/1995

SK.Rektor Nomor : 5655/PT03.H/N/1994

Nomor : 157



LEMBAGA PENELITIAN

Jl. Darmawangsa Dalam 2 Telp. (031) 42322 Surabaya 60286

IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Studi Tentang Kinetika Adsorpsi Deterjen Di Permukaan Elektroda Gelas Secara Elektrolisis
- b. Macam Penelitian : (V) Fundamental, () Terapan, () Pengembangan
2. Kepala Proyek Penelitian
- a. Nama Lengkap Dengan Gelar : Drs. Faidur Rochman, MS.
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. Pangkat/Golongan dan NIP : Penata Muda Tk.I/IIIb/131 406 061
- d. Jabatan Sekarang : Staf Pengajar
- e. Fakultas / Jurusan : FMIPA/Kimia
- f. Univ./Inst./Akademi : Universitas Airlangga
- g. Bidang Ilmu Yang Diteliti : Kimia Fisik/Kimia Permukaan
3. Jumlah Tim Peneliti : 5 (lima) orang
4. Lokasi Penelitian : Lab. Kimia Fisik Fak. MIPA Unair
5. Kerjasama dengan Instansi Lain
- a. Nama Instansi : -
- b. A l a m a t : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
7. Biaya Yang Diperlukan : Rp 1.500.000,00
8. Seminar Hasil Penelitian :
- a. Dilaksanakan Tanggal : 5 April 1995
- b. Hasil Penilaian : ~~() Baik Sekali~~ ~~() Baik~~
(V) S e d a n g () K u r a n g

Surabaya, 11 April 1995



Mengetahui/ Mengesahkan :
a.n. Rektor
Ketua Lembaga Penelitian,

Prof. Dr. Noor Cholies Zaini
NIP. 130 355 372

STUDI TENTANG KINETIKA ADSORPSI DETERJEN PADA PERMUKAAN
ELEKTRODA GLAS SECARA ELEKTROLISIS

00200 1995 3141

MILIK
PERPUSTAKAAN
"UNIVERSITAS AIRLANGGA"
SURABAYA

Oleh :

Faidur Rochman

Afaf Baktir

Hamami

Sofijan Hadi

Nanik Siti Aminah

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai : DIP Operasional dan Perawatan Fasilitas Tahun 1994/1995

S.K. Rektor Nomor : 5655/PT03.H/N/1994

Tanggal : 20 Juli 1995

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat dan petunjuk-Nya, penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada :

- (1) Lembaga Penelitian Universitas Airlangga , yang telah menyediakan dana penelitian lewat anggaran DIP/OPF 1994/1995,
- (2) Dekan FMIPA Universitas Airlangga, yang telah memberi kesempatan untuk melakukan penelitian lewat dana OPF 1994/'95,
- (3) Semua pihak yang ikut melancarkan penelitian ini,

Semoga hasil penelitian ini bermanfaat.

Surabaya, 20 Januari 1995

Peneliti,

RINGKASAN PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN : Studi tentang kinetika adsorpsi deterjen pada permukaan elektroda gelas secara elektrolisis.

KEPALA PENELITI : Faidur Rochman

ANGGOTA PENELITI : Afaf Baktir
Hamami
Sofijan Hadi
Nanik Siti Aminah

FAKULTAS : MIPA

SUMBER BIAYA : Dibiayai oleh DIP/OPF Unair th. 1994/1995
S.K. Rektor No. 5655/PT03.H/N/1994
Tanggal 20 Juli 1994

Penelitian ini bertujuan mencari alternatif pengolahan limbah deterjen menggunakan metode elektrolisis. Metode yang dilakukan selama ini belum memberikan hasil yang menggembirakan (hasilnya masih di atas nilai ambang batas yang diperkenankan).

Untuk itu dipilih sampel deterjen kationik setilpiridinium klorida (CPC), deterjen anionik dengan Na-laurilsulfat (NaLS) dan deterjen nonionik dengan Brij-35.

Dari teori diketahui bahwa variabel utama elektrolisis larutan adalah daya hantar larutan dan potensial elektrolisis larutan. Data percobaan menunjukkan bahwa daya hantar NaLS dan CPC memiliki hubungan linier dengan konsentrasi, sedangkan Brij-35 tidak.

Sifat potensial elektrolisis NaLS memiliki hubungan linier dengan konsentrasinya, sedangkan CPC linier hanya pada konsentrasi $> 0,01$ M.

Kecepatan adsorpsi ditentukan dengan mengelektrolisis larutan deterjen selang waktu tertentu, sambil dicatat perubahan potensial elektrolisisnya. Oleh karena potensial elektrolisis berbanding linier dengan konsentrasi deterjen, maka dapat diketahui kenaikan konsentrasi deterjen di permukaan elektroda gelas persatuan waktu.

Kecepatan adsorpsi NaLS :

$$\text{di bawah CMC} = (3,334 \pm 0,917) \times 10^{-4} \text{ mol/detik}$$

$$\text{di atas CMC} = (2,277 \pm 1,010) \times 10^{-4} \text{ mol/detik}$$

Kecepatan adsorpsi CPC $> 0,01$ M

$$= (1,301 \pm 0,263) \times 10^{-4} \text{ mol/detik}$$

Kemampuan elektroda gelas mengadsorpsi deterjen menunjukkan kemampuan mengurangi kadar deterjen dalam larutan. Ini membuktikan bahwa cara elektrolisis dapat dipergunakan untuk mengolah limbah deterjen.

4.6.1. Pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial	26
4.6.2. Pengaruh waktu elektrolisis terhadap konsentrasi	30
4.6.3. Menghitung kecepatan adsorpsi	31
4.7. Alternatif penanganan limbah deterjen secara elektrolisis	
4.7.1. Kapasitas adsorpsi	38
4.7.2. Aplikasi pada limbah deterjen	39
4.7.3. Alternatif penggunaan elektroda jenis lain	39
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	41
 Daftar pustaka	42
Lampiran-lampiran	
L-1. Daftar tabel korelasi	43
L-2. Daftar tabel uji $t_{\alpha/2}$	44
L-3. Bagan alat konduktometer	45
L-4. Bagan alat potensiometer	46
L-5. Data potensial elektrolisis	47

DAFTAR GAMBAR

Nomer gambar	J U D U L	Halaman
1	Bagan sel elektrolisis	8
2	Kurva hubungan hantaran dengan konsentrasi larutan Na-laurilsulfat	12
3	Kurva hubungan hantaran dengan konsentrasi larutan setil piridinium klorida	13
4	Kurva hubungan hantaran dengan konsentrasi larutan Brij-35	13
5	Kurva penentuan titik CMC larutan NaLS	14
6	Regresi linier antara hantaran dengan konsentrasi CPC	19
7	Grafik hubungan potensial elektrolisis dengan konsentrasi NaLS dan CPC	21
8	Kurva regresi polinomial antara potensial elektrolisis dengan [NaLS] di bawah CMC	23
9	Kurva regresi linier antara potensial elektrolisis dengan [NaLS] di atas CMC	24
10	Kurva regresi linier antara potensial elektrolisis dengan [CPC]	25
11	Kurva pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial larutan NaLS di bawah CMC	27
12	Kurva pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial larutan NaLS di atas CMC	27
13	Kurva pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial larutan CPC konsentrasi rendah	29
14	Kurva pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial larutan CPC konsentrasi besar	29
15	Kurva regresi kecepatan adsorpsi NaLS pada konsentrasi di bawah CMC	30
16	Kurva regresi kecepatan adsorpsi NaLS pada konsentrasi di atas CMC	31
17	Kurva regresi kecepatan adsorpsi CPC	32

- (2) Bagaimana hubungan antara potensial elektrolisis larutan deterjen dengan konsentrasinya ?
- (3) Berapa kecepatan adsorpsi deterjen di permukaan elektroda gelas ?

1.3. Tujuan Penelitian

Mengukur kemampuan elektroda gelas dalam mengadsorpsi deterjen lewat proses elektrolisis. Dengan terkonsentrasinya deterjen di permukaan elektroda, akan berkurang konsentrasi deterjen di fasa ruahnya.

1.4. Sasaran penelitian

Mendapatkan metode pengolahan limbah deterjen secara efektif, mudan dan tidak mahal.

1.5. Hipotesis

H_{o_1} : Tidak ada hubungan linier antara daya hantar dengan konsentrasi deterjen.

H_{o_2} : Tidak ada hubungan linier antara potensial elektrolisis dengan konsentrasi deterjen.

1.6. Asumsi

Adsorpsi deterjen di permukaan elektroda kalomel sama besarnya dengan yang terjadi di permukaan elektroda gelas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Kebutuhan air

Wilayah potensi air di Indonesia dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok: 1) wilayah potensi rendah yaitu dibawah $10.000 \text{ m}^3/\text{kap}/\text{tahun}$, seperti pulau Jawa, Madura, Bali dan Nusa Tenggara, 2) wilayah dengan potensi sedang, antara $10.000 \text{ m}^3/\text{kap}/\text{tahun}$ sampai $10.000 \text{ m}^3/\text{kap}/\text{tahun}$ seperti Sumatra, Sulawesi dan Maluku, 3) wilayah potensi tinggi yaitu diatas $100.000 \text{ m}^3/\text{kap}/\text{tahun}$ seperti Kalimantan dan Irian Jaya. Potensi air rata-rata di Indonesia adalah $12.833,3 \text{ m}^3/\text{kap}/\text{tahun}$. (Sugeng Martopo, 1988)

Di Pulau Jawa, perbandingan antara potensi air dan kebutuhan air ditahun 2000 nanti bakal melampaui titik kritis, yakni 153%. Kondisi ini makin buruk lagi untuk wilayah perkotaan. Hal itu disebabkan disamping penduduknya lebih padat, juga masyarakatnya lebih konsumtif akan air, ditambah lagi dengan banyaknya badan-badan air yang telah tercemari oleh limbah industri maupun limbah domestik. Kondisi kebutuhan air tahun 2000 di wilayah Nusantara dapat dilihat pada Tabel I ,

Tabel I Perkembangan Keadaan Air pada tahun 2000

Pulau	air tersedia $\text{m}^3/\text{kap}/\text{th}$ (1)	kebutuhan air $\text{m}^3/\text{kap}/\text{th}$ (2)	perbandingan (1) dan (2)
Jawa/Madura	342,2	523,5	153,0%
Sumatera	2.829,5	485,7	18,0%
Kalimantan	10.979,9	333,2	1,8%
Sulawesi	3.590,9	739,7	21,0%
Bali	435,3	318,9	73,0%
NTB	503,5	292,7	56,0%
NTT.	612,0	292,7	45,0%
Timor-Timur	967,0	292,6	30,0%
Maluku	9.680,0	292,9	3,0%
Irian Jaya	108.670,4	358,2	0,3%

(Dit. Bin. Pengairan, 1984)

Golongan D : Air yang baik untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk perkantoran, industri, listrik tenaga air, lintas air dan untuk keperluan lain, tetapi tidak sesuai untuk keperluan golongan A, B, dan C.

Golongan E : Air yang tidak sesuai untuk keperluan tersebut dalam golongan A, B, C dan D.

Terbatasnya potensi air baku mutu air minum, maka orang dengan terpaksa mengolah air golongan C maupun D, bahkan mungkin golongan E untuk dijadikan air mutu golongan A atau B, seperti yang dilakukan oleh Pemda Surabaya dengan proyek PDAM Kayonnya.

2.3. Jenis Surfaktan

Nama umum dari deterjen adalah surfaktan, yaitu zat yang dapat mengaktifkan permukaan. Pemakaian surfaktan amat beragam. Tidak saja sebagai bahan pembersih, namun banyak digunakan juga sebagai bahan pembasah, pengemulsi, pembentuk buih, pemecah buih, pendispersi maupun penyerap air. Ditinjau dari asalnya, surfaktan di kelompokkan menjadi dua, yaitu surfaktan alami dan sintesis.

2.3.1. Surfaktan alami

Surfaktan alami lebih banyak dipakai sebagai emulgator dibanding sebagai bahan pembersih atau pembasah. Umumnya memiliki BM besar, sehingga kehadirannya menyebabkan peningkatan viskositas cukup besar. Jenis surfaktan ini antara lain (Niven, 1950) :

- a. lesitin dan kolesterol : Merupakan senyawa fosfida dan sterol,

2.4. Sifat surfaktan

Dalam larutan encer, surfaktan berperan sebagai elektrolit biasa, pada konsentrasi tertentu dapat membentuk agregat yang disebut *misel*. Konsentrasi dimana deterjen mulai membentuk misel disebut titik CMCC (*Critical Micelle Concentration*). (Shinoda, 1954)

Struktur geometri misel umumnya berbentuk bola dengan membentuk gradien kepolaran dari permukaan misel ke poros misel. (Kahlweit and Teubner, 1980)

Di permukaan misel terbentuk lapisan listrik rangkap, sehingga di permukaan misel dikelilingi oleh *counter-ion* yang mampu mengadakan pertukaran-ion dengan ion-ion di fasa ruah. (Quina, 1979)

Misel deterjen memiliki struktur geometri yang labil, sehingga mudah mengadakan kesetimbangan dinamis dengan molekul pelarut (*medium*)nya. (Zana, 1981)

Pelarut seperti alkohol dapat mempengaruhi keteraturan susunan misel deterjen. Bahkan pada konsentrasi alkohol yang cukup besar, menyebabkan penurunan jumlah molekul air yang penetrasi ke dalam misel. Ini mengakibatkan susunan misel menjadi acak (kurang teratur). (Dill, 1984)

Kehadiran garam-garam dalam sistem menyebabkan naiknya harga derajat ionisasi surfaktan (Botre, 1959), dan menurunkan harga CMC. (Mukerjee, 1965)

Sifat deterjen lainnya ialah mampu mempengaruhi harga kesetimbangan kimia seperti : K_{Sp} , derajat ionisasi, tetapan distribusi, tetapan difusi, tetapan reaksi dan lain-lain. (Quina, 1980) Deterjen juga menyebabkan penyimpangan dalam pengukuran pH larutan. (Faidur, 1991)

Deterjen dapat teradsorpsi di permukaan elektroda,

Ada dua jenis mekanisme elektrolisis : (i) elektron memasuki larutan dan meninggalkan larutan elektrolit melalui elektroda sehingga terjadi perubahan muatan di elektroda, (ii) elektron melewati larutan elektrolit dengan cara migrasi ion. Pada sel elektrolisis, anion bergerak menuju anoda sedangkan kation bergerak menuju katoda. (Maron dan Lando, 1974)

Potensial ketika elektrolisis berlangsung disebut potensial dekomposisi (E_{dec}), biasanya lebih besar dari emf sel reversibel (E) akibat adanya overpotensial (E_{op})

$$E_{dec} = E + E_{op} \dots \dots \dots (1)$$

Overpotensial harganya tidak terlalu besar. Untuk logam umumnya sekitar 0,1 volt. Potensial sel sendiri sangat tergantung pada konsentrasi zat yang diukur/dielektrolisis. Hubungan antara potensial sel (E) dengan potensial standar (E°) dinyatakan dalam persamaan Nernst sebagai berikut: (Miller, 1985)

Untuk reaksi setengah sel :



potensial pada sel tersebut dinyatakan sebagai :

$$E = E^{\circ} + \frac{2,30 R T}{n F} \log \frac{[O]^a}{[R]^b} \quad (3)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan dan Alat

3.1.1. Bahan-bahan

sampel Natrium laurilsulfat p.a.
sampel Setil piridinium klorida p.a.
sampel Brij-35
larutan buffer pH 4 dan pH 7
akuademineral

3.1.2. Alat-alat

pH automatic titrator
Electrolytic analyzer
stirer magnet
hotplate
analytical balance
labu ukur
buret
erlenmeyer

3.2. Variabel-variabel penelitian

- a. Variabel bebas : - konsentrasi deterjen
- titik CMC
- jenis deterjen
- b. Variabel terikat : - daya hantar deterjen
- potensial elektrolisis
- kecepatan adsorpsi deterjen
- c. Definisi operasional :

Konsentrasi deterjen : kadar deterjen dalam pelarut
akuadem dalam satuan molar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

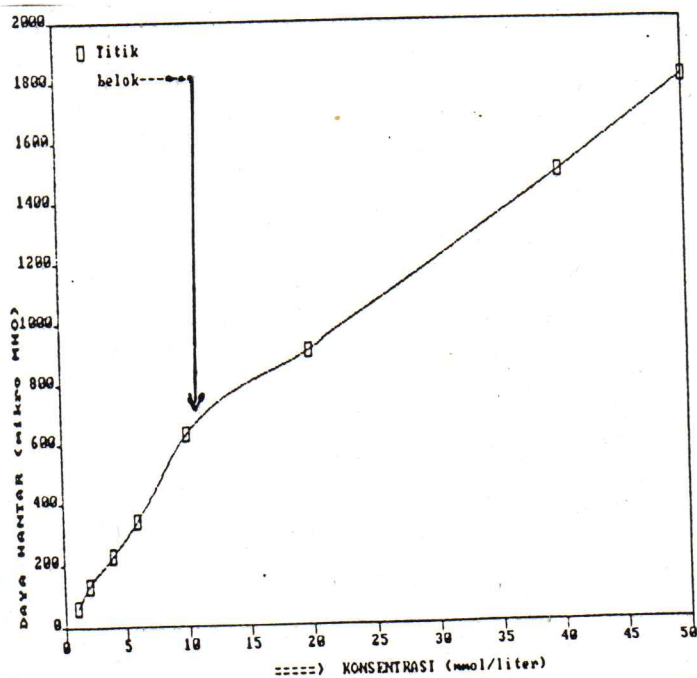
4.1. Hubungan daya hantar dengan konsentrasi

Daya hantar larutan tiga jenis deterjen seperti tertera pada tabel-3 di bawah ini:

Tabel-3. Daya hantar larutan deterjen berbagai konsentrasi

No	KONSENTRASI		Daya hantar (μ MHO) deterjen		
	NaLS/CPC	Brij-35	NaLS	CPC	Brij-35
01.	0,001 N	0,01 %	63,0	128,3	6,47
02.	0,002 N	0,02 %	146,0	156,3	8,95
03.	0,004 N	0,04 %	228,0	207,0	0,20
04.	0,006 N	0,06 %	340,0	244,0	9,45
05.	0,010 N	0,10 %	636,0	413,0	8,28
06.	0,020 N	0,20 %	914,0	687,0	10,98
07.	0,040 N	0,40 %	1492,0	1271,0	40,40
08.	0,050 N	0,60 %	1801,0	1552,0	10,40
09.	0,10 N	1,00 %	3410,0	3130,0	2,67

Dari tabel-3 jika dibuat grafik diperoleh bentuk kurva seperti tertera pada gambar-2, gambar-3 dan gambar-4.



Gambar-2. Kurva hubungan hantaran vs konsentrasi NaLS

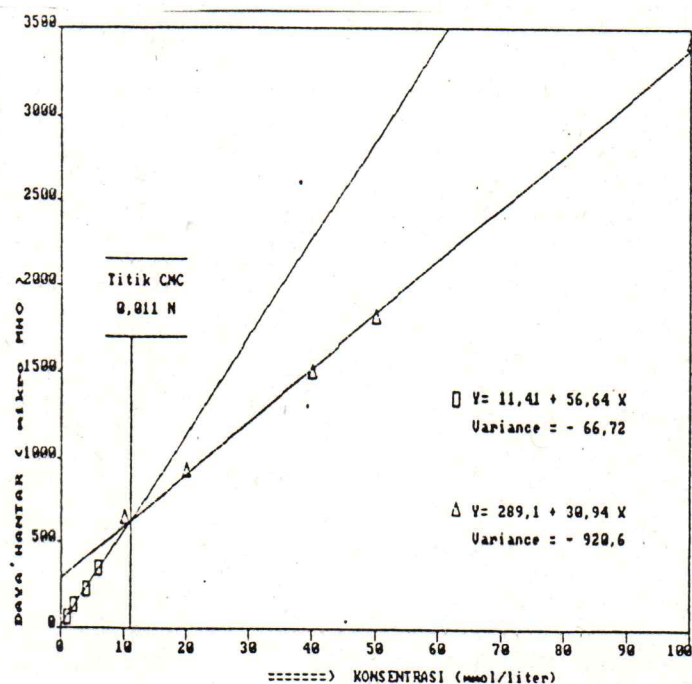
Pada gambar-2 terdapat titik belok yang menandakan adanya titik CMC, yaitu milik Na-laurilsulfat.

Untuk gambar-3, tidak ada kejelasan titik belok pada kurvanya. Hal ini dikarenakan (i) misel deterjen CPC sudah terbentuk pada konsentrasi cukup rendah, (ii) pengukuran titik CMC dengan konduktometer ketelitiannya kurang. Adalah lebih baik jika digunakan Cincin Nujou yang berdasarkan tegangan permukaan.

Gambar-4 kurvanya fluktuatif dan tak teratur, ini mengindikasikan secara kualitatif bahwa tidak ada korelasi antara daya hantar dengan konsentrasi Brij-35. Ini disebabkan Brij-35 adalah jenis deterjen nonionik dan komposisinya terdiri atas beberapa senyawa alkil dengan rantai karbon bermacam-macam.

4.2. Penentuan Titik CMC :

Adalah hasil perpotongan antara dua garis regresi linier seperti tertera pada gambar-5,



Gambar-5 Penentuan titik CMC untuk Na-laurilsulfat

Hasilnya didapat titik CMC untuk Na-laurilsulfat sebesar 0,011 N. Harga ini sedikit lebih tinggi dari yang tercantum di literatur, yakni sebesar 0,0082 N. Yang lazim dilakukan di jurnal, digunakan pelarut *extra pure*.

4.3. Penentuan koefisien korelasi

Dilakukan uji-t untuk uji hipotesis Ho dengan variabel bebas x dan variabel terikatnya y.

x = konsentrasi deterjen (mol/liter)

y = daya hantar (μMHO)

4.3.1. Koefisien korelasi untuk Na-laurilsulfat (NaLS)

Dari data tabel-3 dapat dilakukan penentuan harga koefisien korelasi untuk masing-masing jenis deterjen menggunakan persamaan :

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} \dots \dots \dots (4)$$

Tabel-4 Data untuk uji korelasi antara konsentrasi deterjen dengan daya hantar larutan NaLS dibawah CMC

N	x	y	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	(y- \bar{y})	(y- \bar{y}) ²	(x- \bar{x})(y- \bar{y})
1	0.001	63	-0,0036	1,296x10 ⁻⁵	-217,6	47349,8	0,783360
2	0.002	136	-0,0026	6,760x10 ⁻⁶	-144,6	20909,2	0,375960
3	0,004	228	-0,0006	3,600x10 ⁻⁷	- 52,6	2766,8	0,031560
4	0,006	340	0,0014	1,960x10 ⁻⁶	59,4	3528,4	0,083160
5	0,010	636	0,0054	2,916x10 ⁻⁵	355,4	126309,2	1,919160
Σ	0,023	1403	0,00	5,120x10 ⁻⁵	0,0	200863,4	3,193200

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{0,023}{5} = 0,0046$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{1403}{5} = 280,6$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{0,410}{5} = 0,0820$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{N} = \frac{14.417}{5} = 2.883,4$$

$$S_{xx} = \sum (x-\bar{x})^2 = 0,02088$$

$$S_{yy} = \sum (y-\bar{y})^2 = 22603183$$

$$S_{xy} = \sum (x-\bar{x})(y-\bar{y}) = 686,816$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} = \frac{(686,816)}{\sqrt{(0,02088)(22603183)}} = 0,9997$$

$$DB = N - 2 = 5 - 2 = 3$$

Dari tabel koefisien korelasi, untuk $DB = 3$ dan $P = 0,01$ didapat harga $r(\text{tabel}) = 0,959$. Oleh karena r hitung lebih besar dari r tabel, maka H_0 ditolak, artinya ada korelasi antara daya hantar dengan konsentrasi Na-lauril sulfat diatas titik CMC.

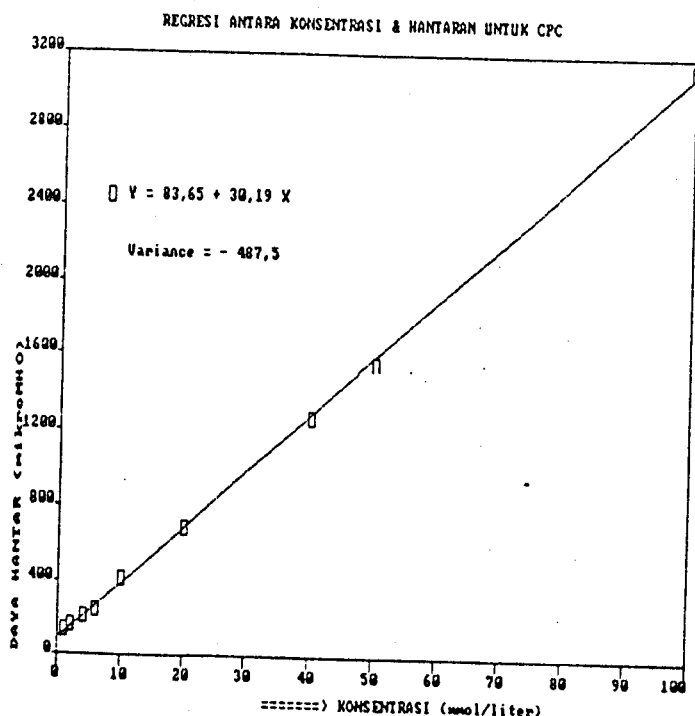
Hubungan antara daya hantar dan konsentrasi Na-lauril sulfat dinyatakan dengan persamaan $Y = 11,41 + 56,64 X$ dengan variance = -66,72 untuk konsentrasi di bawah CMC dan $Y = 289,1 + 30,94 X$ dengan variance -920,6 untuk konsentrasi di atas CMC. Data ini diperoleh dari program grafik ENERGRAPH.

4.3.2. Koefisien korelasi untuk Cetil piridinium Cloride

Untuk deterjen CPC, dilakukan perhitungan seperti tertera dalam tabel-6 berikut ini,

nya : ada korelasi antara daya hantar dengan konsentrasi deterjen setilpiridinium klorida (CPC) yang bermuatan positif itu.

Hubungan daya hantar dan konsentrasi CPC dinyatakan dengan persamaan regresi linier $Y = 83,65 + 30,19 X$ dengan variance = -487,5. Persamaan ini diperoleh lewat program ENERGRAPH dengan grafik seperti pada gambar-6 di bawah ini,



Gambar-6. Grafik regresi linier untuk larutan CPC

4.3.3. Koefisien korelasi untuk deterjen Brij-35

Dari tabel-3 dapat dihitung harga koefisien korelasi antara daya hantar dengan konsentrasi larutan Brij-35 , seperti tertera pada tabel-7 ,

Tabel-7. Data perhitungan koefisien korelasi antara daya hantar terhadap konsentrasi Brij-35

N	x	y	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	(y- \bar{y})	(y- \bar{y}) ²	(x- \bar{x})(y- \bar{y})
1	0,01	6,47	-0,26	0,0676	- 4,397	19,33361	1,1432
2	0,02	8,95	-0,25	0,0625	- 1,917	3,67489	0,4793
3	0,04	0,20	-0,23	0,0529	-10,667	113,78490	2,4534
4	0,06	9,45	-0,21	0,0441	- 1,417	2,00789	0,2976
5	0,10	8,28	-0,17	0,0289	- 2,587	6,69257	0,4398
6	0,20	10,98	-0,07	0,0049	0,113	0,01277	0,0079
7	0,40	40,40	0,13	0,0169	29,533	872,19800	3,8393
8	0,60	10,40	0,33	0,1089	- 0,467	0,21808	0,1541
9	1,00	2,67	0,73	0,5329	- 8,197	67,19089	5,9838
Σ	2,43	97,80	0,0	0,9196	0,0	1085,1138	14,7984

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{2,43}{9} = 0,27$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{97,80}{9} = 10,867$$

$$S_{xx} = \Sigma (x-\bar{x})^2 = 0,9196$$

$$S_{yy} = \Sigma (y-\bar{y})^2 = 1085,1138$$

$$S_{xy} = \Sigma (x-\bar{x}) \cdot (y-\bar{y}) = 14,7984$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} = \frac{(14,7984)}{\sqrt{(0,9196)(1085,1138)}} = 0,4684$$

$$DB = N - 2 = 9 - 2 = 7$$

Dari tabel koefisien korelasi (Lampiran I), untuk DB = 7 dan P = 0,01, maka harga r_(tabel) = 0,798.

Oleh karena r_(hitung) lebih kecil dari r_(tabel), maka Ho diterima, artinya tidak ada korelasi antara daya hantar dengan konsentrasi larutan Brij-35.

Dari gambar-7 nampak bahwa makin besar konsentrasi deterjen, makin negatif potensial elektrolisisnya. Pada kadar rendah, baik NaLS maupun CPC terjadi perubahan potensial elektrolisis lebih besar dibanding yang berkadar sedang/besar. Hal ini menunjukkan bahwa : (i) terbentuknya misel surfaktan cukup mempengaruhi potensial elektrolisis, (ii) pada konsentrasi sangat encer, pelarut (air) ikut mempengaruhi potensial elektrolisis.

4.5. Penentuan koefisien korelasi

Lewat tabel-7 dapat dihitung harga koefisien korelasi antara konsentrasi deterjen dengan potensial elektrolisis yang tertuang pada tabel-8 untuk NaLS dan tabel-9 untuk CPC.

4.5.1. Penentuan koefisien korelasi untuk NaLS

Tabel-9. Data perhitungan koefisien korelasi antara potensial elektrolisis dengan konsentrasi NaLS

N	x	y	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	(y- \bar{y})	(y- \bar{y}) ²	(x- \bar{x})(y- \bar{y})
1	0,001	-5	-0,0144	2,066x10 ⁻⁴	-80,25	6440,06	1,1535938
2	0,002	-8	-0,0134	1,789x10 ⁻⁴	-77,25	5967,56	1,0332188
3	0,004	-17	-0,0104	1,076x10 ⁻⁴	-68,25	4658,06	0,7077525
4	0,006	-40	-0,0084	7,014x10 ⁻⁵	-45,25	2047,56	0,3789687
5	0,010	-105	-0,0054	2,889x10 ⁻⁵	-19,75	390,06	0,1061562
6	0,020	-132	0,0046	2,116x10 ⁻⁵	46,75	2185,56	0,2162189
7	0,030	-149	0,0146	2,132x10 ⁻⁴	63,75	4064,06	0,9323437
8	0,050	-221	0,0346	1,199x10 ⁻³	135,75	18428,06	4,7003438

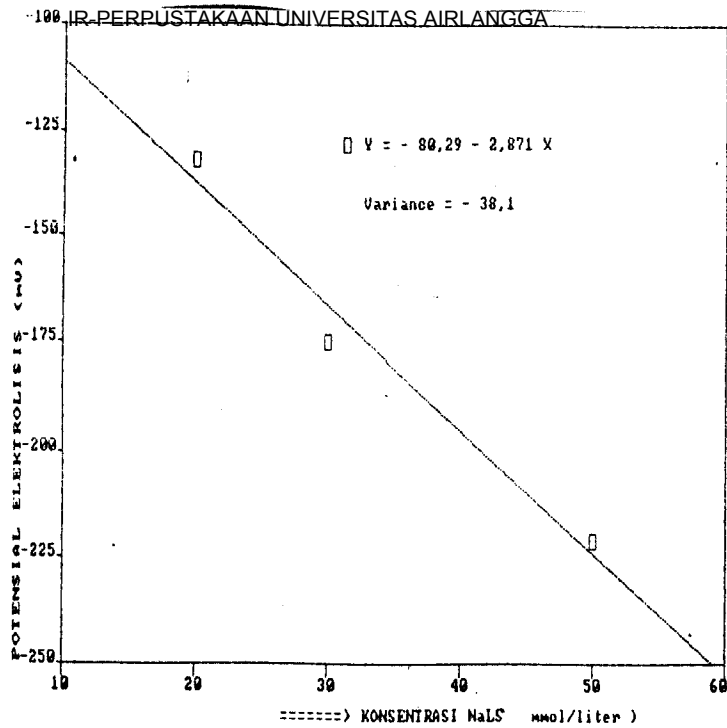
Σ 0,123 -682 0,00 2,025x10⁻³ 0,00 44180,96 9,2285961

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{0,123}{8} = 0,015375$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{-682}{8} = -85,25$$

$$S_{xx} = \Sigma (x-\bar{x})^2 = 2,025 \times 10^{-3}$$

$$S_{yy} = \Sigma (y-\bar{y})^2 = 44180,96$$



Gambar-9. Kurva regresi polinomial antara potensial elektrolisis dengan konsentrasi NaLS di atas titik CMC.

4.5.2. Penentuan koefisien korelasi untuk CPC

Tabel-10. Data penentuan koefisien korelasi antara potensial elektrolisis dengan konsentrasi CPC

N	x	y	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	(y- \bar{y})	(y- \bar{y}) ²	(x- \bar{x})(y- \bar{y})
1	0,001	-10	-0,01437	2,066x10 ⁻⁴	61,375	3766,89	0,8822656
2	0,002	-13	-0,01337	1,789x10 ⁻⁴	58,375	3407,64	0,7807656
3	0,004	-22	-0,01037	1,076x10 ⁻⁴	49,375	2437,89	0,5122656
4	0,006	-24	-0,00837	7,014x10 ⁻⁵	47,375	2244,39	0,3967656
5	0,010	-96	-0,00537	2,889x10 ⁻⁵	-21,625	467,64	0,1162343
6	0,020	-126	0,00462	2,139x10 ⁻⁵	-54,625	2983,89	0,2526406
7	0,030	-137	0,01461	2,139x10 ⁻⁴	-65,625	4306,64	0,9597656
8	0,050	-146	0,03462	1,199x10 ⁻³	-74,625	5568,89	2,5838906
Σ	0,123	-571	0,0	2,026x10 ⁻³	0,0	25183,87	6,4845935

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{0,123}{8} = 0,015375$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{-571}{8} = -71,375$$

$$S_{xx} = \Sigma (x-\bar{x})^2 = 2,026 \times 10^{-3}$$

$$S_{yy} = \Sigma (y-\bar{y})^2 = 25183,875$$

$$S_{xy} = \Sigma (x-\bar{x})(y-\bar{y}) = 6,4845935$$

4.6. Penentuan Kecepatan adsorpsi

4.6.1. Pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial

Setelah dilakukan pengamatan perubahan potensial elektrolisis selang waktu 2,5 menit (=150 detik), didapat hasil seperti tertera pada tabel-10 untuk Na-laurilsulfat dan tabel-11 untuk setilpiridinium klorida.

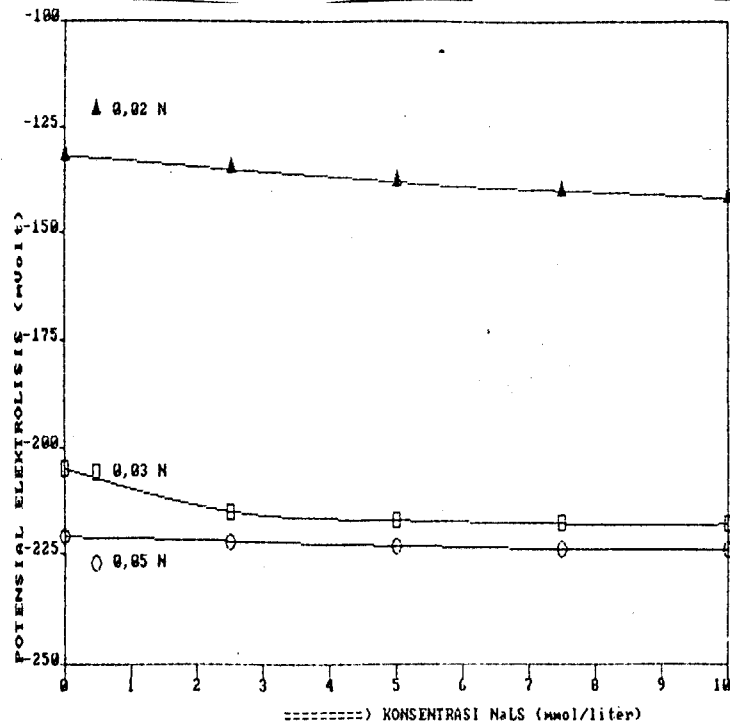
Tabel-11. Data pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial elektrolisis dari NaLS.

No.	Konsentrasi	Potensial elektrolisis (mV) pada waktu (menit)				
		0	2,5	5	7,5	10
01	0,001 M	- 5	- 12	- 25	-31	-35
02	0,002 M	- 8	- 18	- 21	-22	-23
03	0,004 M	-17	- 24	- 29	-30	-30
04	0,006 M	-40	- 46	- 62	-68	-70
05	0,010 M	-105	-108	-117	-133	-152
06	0,020 M	-132	-135	-138	-140	-142
07	0,030 M	-175	-192	-215	-218	-218
08	0,050 M	-221	-222	-223	-224	-224

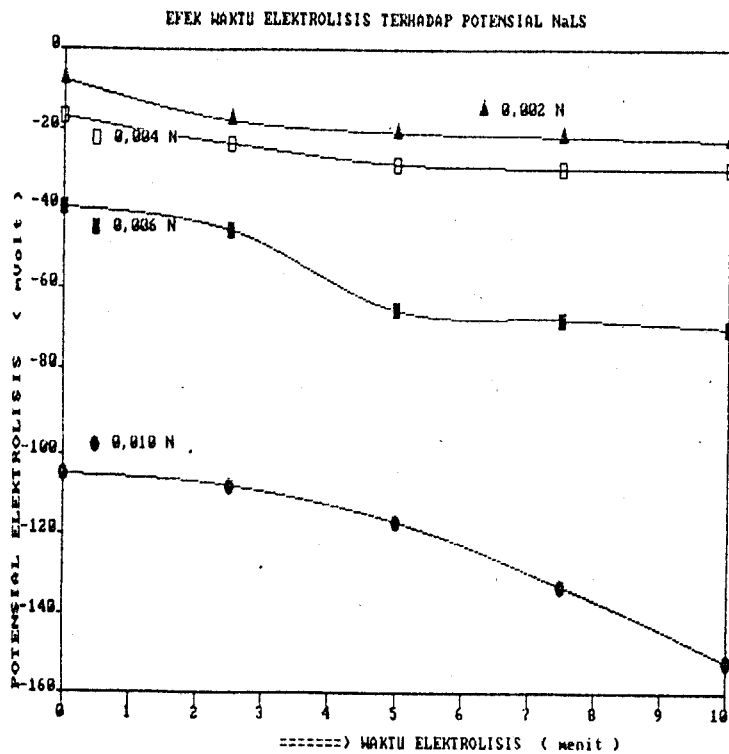
Dari data tabel-10 terbaca adanya perubahan potensial elektrolisis yang cukup besar pada konsentrasi NaLS di bawah CMC, terutama di menit-menit awal elektrolisis.

Berbeda dengan data pada konsentrasi di atas CMC, dimana perubahan potensial elektrolisis cukup kecil di menit-menit awal dan praktis konstan di menit ke sepuluh

Hal ini menunjukkan adanya titik kejenuhan adsorpsi dalam waktu yang relatif singkat. Dengan demikian di samping kecepatan adsorpsi, dapat pula dihitung kapasitas adsorpsinya. Yakni, setelah kecepatan adsorpsinya konstan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar-11 dan gambar-12.



Gambar-11 Kurva pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial elektrolisis dari NaLS dibawah CMC.



Gambar-12. Kurva pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial elektrolisis NaLS di atas CMC.

Tabel-12 . Data pengaruh waktu elektrolisis terhadap potensial elektrolisis untuk CPC

No.	Konsentrasi	Potensial elektrolisis (mV) selang waktu(mnt)				
		0	2,5	5	7,5	10
01	0,001 M	- 10	- 4	1	3	4
02	0,002 M	- 13	0	6	8	8
03	0,004 M	- 22	1	- 1	-2	-3
04	0,006 M	+ 24	4	1	0	0
05	0,010 M	- 93	-103	-110	-113	-116
06	0,020 M	-129	-131	-132	-133	-133
07	0,030 M	-137	-138	-139	-140	-140
08	0,005 M	-146	-147	-148	-149	-149

Ada perbedaan cukup menyolok yang terbaca dari tabel-11, yaitu potensial elektrolisis pada konsentrasi CPC rendah, terjadi kenaikan fungsi waktu. Sedangkan pada konsentrasi CPC 0,010 M keatas, potensialnya malah turun. Faktor penyebabnya adalah : (i) CPC bermuatan positif, sehingga adsorpsi tidak terjadi di permukaan elektroda gelas yang bertindak sebagai anoda (bermuatan positif), (ii) pada konsentrasi rendah, molekul CPC belum membentuk misel, sehingga strukturnya tidak teratur. Ketidakteraturan ini mengakibatkan ujung non-polar dari CPC menghalangi proses elektrolisis, (iii) ada kemungkinan molekul CPC teradsorpsi di permukaan elektroda kalomel yang bertindak sebagai katoda (bermuatan negatif). Namun mekanisme antaraksinya berbeda dengan elektroda gelas yang dapat melakukan pertukaran-ion lewat hidrasi gelas.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar-13 dan gambar-14.

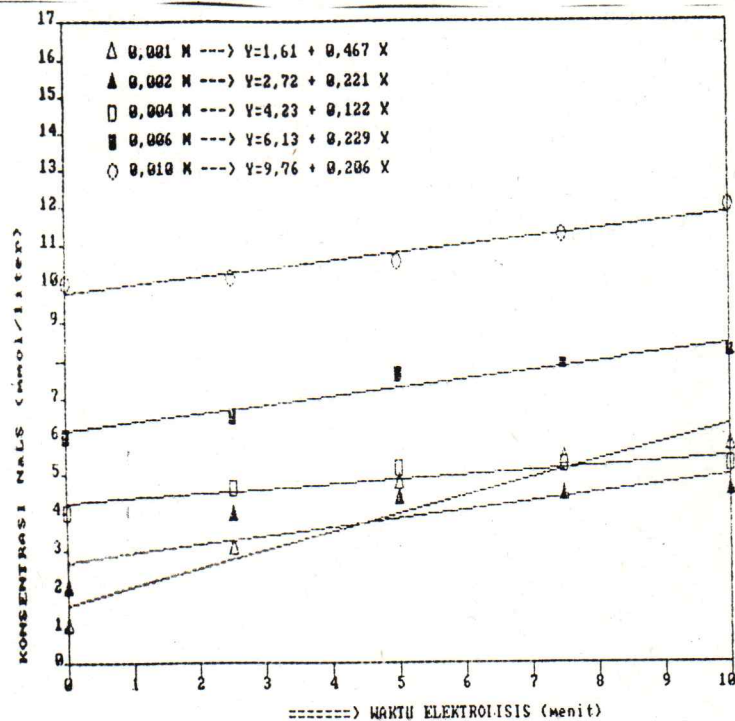
4.6.2. Pengaruh waktu elektrolisis terhadap konsentrasi

Dari tabel-10, data potensial elektrolisis dapat diubah menjadi konsentrasi deterjen lewat persamaan $Y_1 = -4,883 + 9,251 X - 109,6 X^2$ untuk konsentrasi NaLS di bawah CMC dan $Y_2 = -80,29 - 2871 X$ untuk konsentrasi NaLS di atas CMC. Data tersebut tertera pada tabel-12 dan tabel-13,

Tabel-13. Data pengaruh waktu elektrolisis terhadap konsentrasi NaLS di bawah titik CMC.

Larutan induk NaLS	Konsentrasi NaLS setelah dielektrolisis selama				
	0 menit	2,5 menit	5 menit	7,5 menit	10 menit
0,001 M	0,001 M	0,00301 M	0,0047 M	0,00533 M	0,00568 M
0,002 M	0,002 M	0,00391 M	0,0043 M	0,00440 M	0,00452 M
0,004 M	0,004 M	0,00463 M	0,00514M	0,00523 M	0,00523 M
0,006 M	0,006 M	0,00656 M	0,00766M	0,00802 M	0,00814 M
0,010 M	0,010 M	0,01013 M	0,01055M	0,01124 M	0,01202 M

Dari tabel-12 dibuat persamaan regresi untuk masing-masing konsentrasi lewat program ENERGRAPH seperti gambar-15,

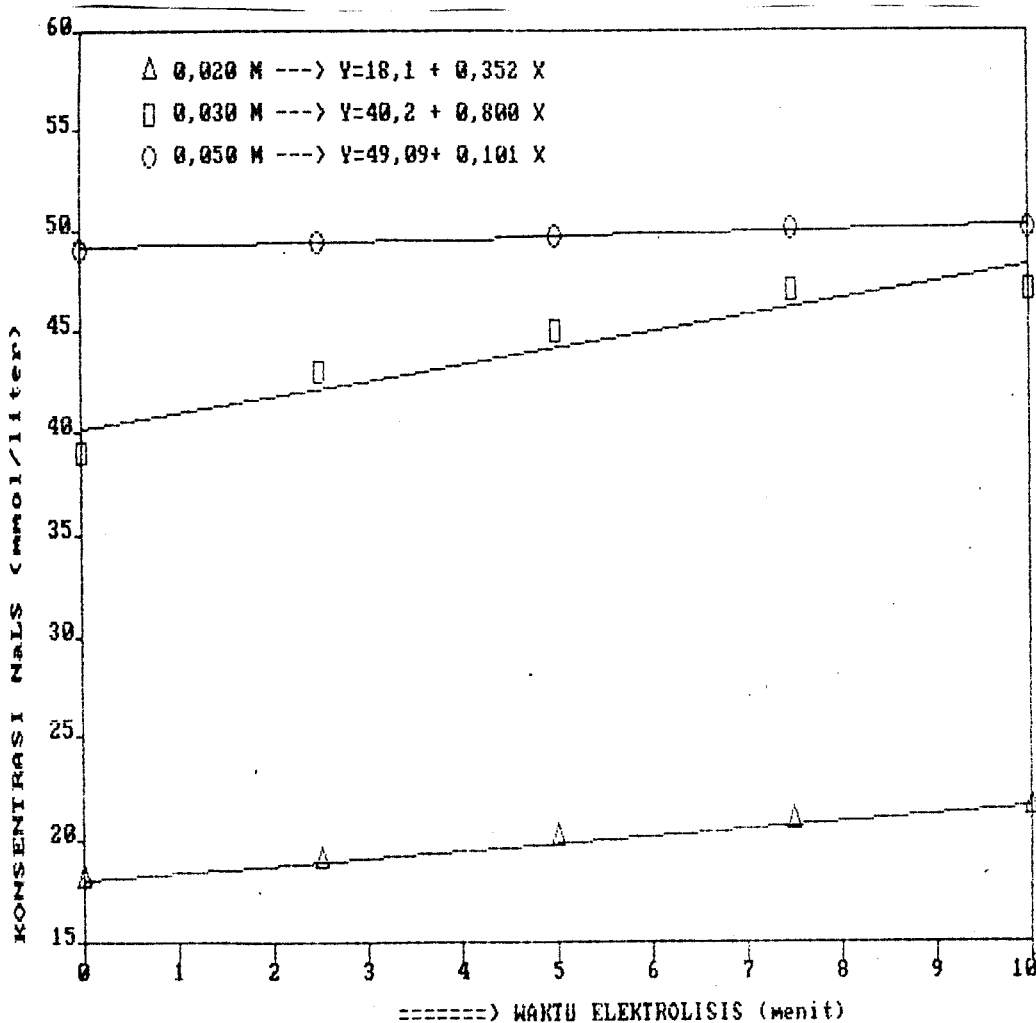


Gambar-15. Kurva regresi kecepatan adsorpsi NaLS pada konsentrasi di bawah titik CMC.

Tabel-14. Data pengaruh waktu elektrolisis terhadap konsentrasi NaLS di atas titik CMC

Larutan induk NaLS	Konsentrasi NaLS setelah elektrolisis selama				
	0,0 menit	2,5 menit	5 menit.	7,5 menit	10 menit
0,020 M	0,0180 M	0,0190 M	0,0200 M	0,0208 M	0,0215 M
0,030 M	0,0330 M	0,0390 M	0,0430 M	0,0450 M	0,0470 M
0,050 M	0,0490 M	0,0494 M	0,0497 M	0,0501 M	0,0501 M

Dari tabel-11 dibuat persamaan regresi untuk masing-masing konsentrasi lewat program ENERGRAPH seperti gambar-16,



Gambar-16. Kurva regresi kecepatan adsorpsi NaLS pada konsentrasi di atas titik CMC.

4.6.3. Menentukan kecepatan adsorpsi deterjen

Dari data kurva regresi pada gambar-15, gambar-16 dan gambar-17, didapat sudut kemiringan kurva regresi seperti tertera pada tabel-15 di bawah ini,

Tabel-16. Data sudut kemiringan kurva regresi untuk beberapa konsentrasi NaLS dan CPC.

NO.	Konsentrasi deterjen	Sudut kemiring kurva regresi		
		NaLS ₁	NaLS ₂	CPC
01.	0,0010 M	0,467		
02.	0,0020 M	0,221		
03.	0,0040 M	0,122		
04.	0,0060 M	0,229		
05.	0,0100 M	0,206	0,206	
06.	0,0200 M		0,352	0,742
07.	0,0300 M		0,800	0,594
08.	0,0500 M		0,101	0,577
$\Sigma =$		1,245	1,459	1,913
$\bar{x} =$		0,249	0,36475	0,6377

Dari kurva gambar-15, gambar-16 atau gambar-17 didapat hubungan sudut kemiringan dengan perubahan konsentrasi deterjen fungsi waktu elektrolisis, yaitu:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{(65 - 15) \text{ mmol}}{(10 - 0) \text{ menit}} = \frac{50 \text{ mmol}}{10 \text{ menit}} = \\ &= 5 \times 10^{-3} \text{ mol/menit} = 8,3 \times 10^{-5} \text{ mol/detik} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan adsorpsi} = \frac{8,3 \times 10^{-5} \text{ mol/detik}}{\operatorname{tg} \alpha} \dots <4>$$

Dengan memasukkan harga sudut kemiringan (= $\operatorname{tg} \alpha$) rata-rata dari tabel-5 ke dalam persamaan- $<4>$, didapat harga kecepatan adsorpsi. Namun untuk dapat dibenarkan secara statistik, perlu dicari harga rata-rata sebenar-

nya ($= \mu$) lewat uji t, menggunakan persamaan :

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots <5>$$

dimana : $S = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum [(x-\bar{x})^2]}{(n-1)}}$

$t_{\alpha/2}$ = harga interval kepercayaan

dari tabel-L.2 (lampiran 2)

4.6.3.1. Kecepatan adsorpsi untuk [NaLS] di bawah CMC

Untuk memenuhi persamaan-<5>, dibuat perhitungan lewat tabel-16 di bawah ini,

Tabel-17. Data penentuan variance sudut kemiringan kecepatan adsorpsi untuk [NaLS] di bawah CMC.

No.	x	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	(x- \bar{x}) ² /(n-1)
01	0,467	0,218	0,047524	0,011881
02	0,221	-0,028	0,000784	0,000196
03	0,122	-0,127	0,016129	0,004032
04	0,229	-0,020	0,000400	0,000100
05	0,206	-0,043	0,001849	0,000462

$$\Sigma \quad 1,245 \qquad \qquad \qquad 0,016671 = \sigma^2$$

$$\bar{x} = 1,245/5 = 0,249$$

$$S = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0,016671} = 0,1291$$

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha/2} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Untuk tingkat kepercayaan 80% dan derajat kebebasan $n-2 = 5 - 2 = 3$, maka harga $t_{\alpha/2} = t_{0,10}$ menurut tabel. (Lihat di lampiran-2) = 1,638, sehingga,

$$\mu = 0,249 \pm (1,638) \frac{0,1291}{\sqrt{5}} = 0,249 \pm 0,0945$$

Tabel-19 . Data penentuan variance sudut kemiringan kecepatan adsorpsi untuk CPC.

No.	x	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	(x- \bar{x}) ² /(n-1)
01	0,742	0,10433	0,0108854	0,00544272
02	0,594	-0,04366	0,0019067	0,00095338
03	0,577	-0,06066	0,0036804	0,00184021

$$\Sigma = 1,913$$

$$\sigma^2 = 0,00823631$$

$$\bar{x} = 0,6377$$

$$S = \sqrt{\sigma^2} = 0,09075$$

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha/2} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Untuk tingkat kepercayaan 80% dan derajat kebebasan $\nu = n - 2 = 3 - 2 = 1$, maka harga $t_{\alpha/2} = t_{0,10} = 3,078$

$$\begin{aligned} \mu &= 0,6337 \pm (3,078) \frac{0,09075}{\sqrt{3}} \\ &= 0,6337 \pm 0,1613 \end{aligned}$$

Jadi harga $tg \alpha$ untuk setilpiridinium klorida adalah
 $= (0,6337 - 0,1613) \xrightarrow{\text{s. d.}} (0,6337 + 0,1613)$
 $= 0,4724 \text{ s.d. } 0,7990$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan adsorpsi normalnya} &= \frac{8,3 \times 10^{-5} \text{ mol/detik}}{0,6337} \\ &= 1,3015 \times 10^{-4} \text{ mol/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan adsorpsi tertinggi} &= \frac{8,3 \times 10^{-5} \text{ mol/det}}{0,4724} \\ &= 1,757 \times 10^{-4} \text{ mol/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan adsorpsi terendah} &= \frac{8,3 \times 10^{-5} \text{ mol/det}}{0,7990} \\ &= 1,039 \times 10^{-4} \text{ mol/det} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan adsorpsi untuk CPC

$$= (1,3015 \pm 0,263) \times 10^{-4} \text{ mol/detik}$$

4.7.2. Aplikasi pada pengolahan limbah deterjen

Dengan fakta adanya kapasitas adsorpsi, maka cara elektrolisis ini dapat diaplikasikan pada penanganan limbah deterjen. Hal ini dikarenakan, adsorpsi yang terjadi adalah lemah (adsorpsi fisika *multilayer*). Dengan demikian dimungkinkan untuk melepaskan deterjen yang telah teradsorpsi itu lewat gangguan fisik seperti: diaduk, memberi tekanan atau potensial gravitasi.

Dengan teradsorpsinya deterjen di permukaan elektroda, maka ketika dielektrolisis konsentrasi deterjen di bagian ruang berkurang. Jika deterjen yang mengumpul di sekitar elektroda diberi gangguan fisik sambil dialirkan (dipompa/dihisap) bagian disekitar elektroda tersebut, maka akan berkurang kadar deterjennya.

4.7.3. Alternatif penggunaan elektroda jenis yang lain

Jika elektroda diaplikasikan dalam skala besar (industri) maka akan dijumpai banyak kelemahan, diantaranya :

- (a) Elektroda gelas mudah pecah, sehingga resiko rusaknya besar dan pengoperasiannya relatif sulit,
- (b) Elektroda gelas tergolong mahal, sehingga biaya instalasinya tinggi,
- (c) Ukuran elektroda gelas amat kecil, sehingga dibutuhkan seri elektroda yang banyak agar mampu mengolah limbah dalam jumlah yang besar.

Alternatif elektroda yang bisa dipergunakan antara lain:

- (i) Beberapa jenis logam yang inert, murah dan mudah didapat seperti: Cu, Al, Fe, dan Ni atau logam paduannya,
- (ii) Padatan organik seperti: karbon dan resin.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Hubungan daya hantar dengan konsentrasi
1. Kenaikan [NaLS] dan [CPC] sebanding dengan kenaikan daya hantar larutan,
 2. [Brij-35] tidak memberikan hubungan yang linier terhadap daya hantar larutan,
- b. Hubungan potensial elektrolisis dengan konsentrasi
1. Kenaikan [NaLS] sebanding dengan kenaikan potensial elektrolisis, baik konsentrasi di bawah CMC maupun di atas CMC.
 2. CPC memiliki hubungan linier terhadap potensial elektrolisis jika konsentrasinya 0,01 M ke atas.
- c. Kecepatan adsorpsi

1. Untuk [NaLS] di bawah CMC

$$\frac{d[\text{NaLS}]_1}{dt} = (3,334 \pm 0,917) \times 10^{-4} \text{ mol/det}$$

2. Untuk [NaLS] di atas CMC

$$\frac{d[\text{NaLS}]_2}{dt} = (2,277 \pm 1,010) \times 10^{-4} \text{ mol/det}$$

3. Untuk larutan CPC

$$\frac{d[\text{CPC}]}{dt} = (1,301 \pm 0,263) \times 10^{-4} \text{ mol/det}$$

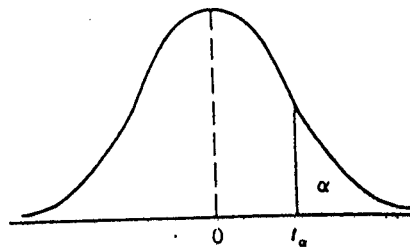
DAFTAR PUSTAKA

1. Sugeng Martopo, 1980, Masalah Lingkungan Hidup dan Pembangunan berwawasan lingkungan, Kursus Manajemen Limbah Industri pangan, PAU-Pangan & Gizi, UGM, th. 1992
2. Anonim, 1982, Undang-Undang Pemerintah Republik Indonesia No.29 th. 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, KMN-KLH, Jakarta.
3. Niven, W.W., 1950, Fundamental of Detergency, Reinhold Pub. Corp., New York.
4. Shaw, D.J., 1970, Introduction to Colloid and Surface Chemistry, Butterworth and Co. Ltd., London.
5. Kahlweit M. and Teubner, M., 1980, Adv. Colloid Int. Sci., 13, pp. 1.
6. Quina, F.H. and Chaimovich H., 1979, J. Phys.Chem., 83, pp.1184.
7. Zana, et al., 1981, J.Colloid Int. Sci, 80, pp.208.
8. Dill, et al., 1984, Nature, 309, pp.42.
9. Botre, C., Crecenzi, V.L. and Mele, A., 1959, J.Am.Chem.Soc., 63, pp.650.
10. Mukerjee, P., 1965, J.Phys.Chem., 69, pp.4038.
11. Quina, F.H., et al., 1980, J.Phys.Chem., 84, pp.361.
12. Faidur Rochman, 1991, Efek NaLS terhadap penyimpanan pengukuran pH air, Proceeding Seminar HKI th 1991, Jakarta
13. Love, C., et al., 1984, Anal.Chem., 56, pp. 1132A.
14. Franklin, T.C. and Iwunze, M., Anal.Chem., 52, pp. 973.
15. Maron, S.H. and Lando, J.B., 1974, Fundamental of Physical Chemistry, McMillan Pub. Co., Inc., New York.
16. Miller, F.M., 1985, Chemistry Structure and Dynamics, McGraw-Hill Book Co., New York.
17. Antropov, L.I., 1977, Theoretical Electro Chemistry, Mir Publisher, Moscow.

TABEL L-1 KOEFISIEN KORELASI, r

DB \ P	r				
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,988	0,997	0,999	1,000	1,000
2	0,900	0,950	0,980	0,990	0,999
3	0,805	0,878	0,934	0,959	0,992
4	0,729	0,811	0,882	0,917	0,974
5	0,669	0,754	0,833	0,874	0,951
6	0,621	0,707	0,789	0,834	0,925
7	0,582	0,666	0,750	0,798	0,898
8	0,549	0,632	0,716	0,765	0,872
9	0,521	0,602	0,685	0,735	0,847
10	0,497	0,576	0,658	0,708	0,823
11	0,476	0,553	0,634	0,684	0,801
12	0,457	0,532	0,612	0,661	0,780
13	0,441	0,514	0,592	0,641	0,760
14	0,426	0,497	0,574	0,623	0,742
15	0,412	0,482	0,558	0,606	0,725
16	0,400	0,468	0,543	0,590	0,708
17	0,389	0,456	0,528	0,575	0,693
18	0,378	0,444	0,516	0,561	0,679
19	0,369	0,433	0,503	0,549	0,665
20	0,360	0,423	0,492	0,537	0,652

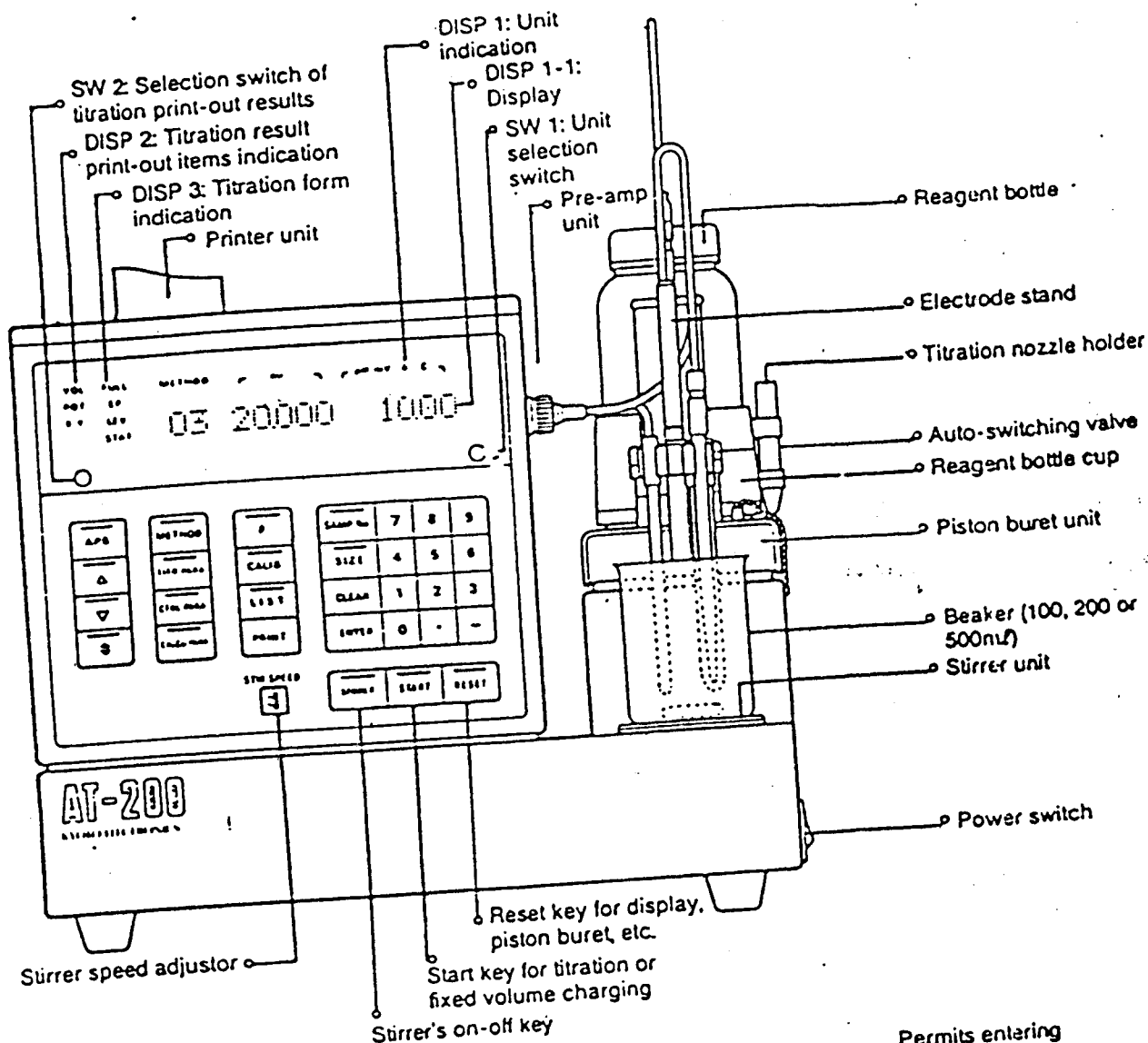
Tabel L-2.
Critical Values of the *t* Distribution



<i>v</i>	α				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

† From Table IV of R. A. Fisher, *Statistical Methods for Research Workers*, published by Oliver & Boyd, Edinburgh, by permission of the author and publishers.

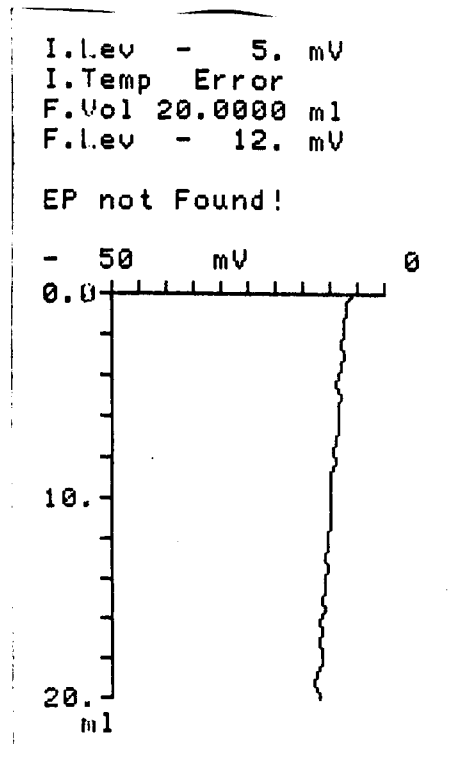
L-4. Bagan alat potensiometer



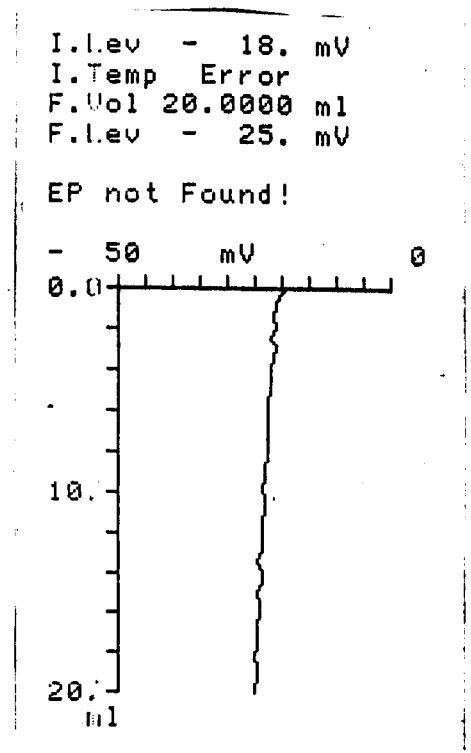
- APB — Select manually operated buret
- ▲ — Manually fill reagent into titration bottle.
- ▼ — Manually fill reagent into piston buret
- — Manually equilibrate the reagent in the buret and the reservoir.
- METHOD — Select a titration method.
- Select titration parameters.

- — Permits entering appropriate sample number to be entered. Sequencing will start from this number.
- — Permits entering the appropriate weight or volume of the sample.
- — Permits pre-entering up to 60 sample wghts.

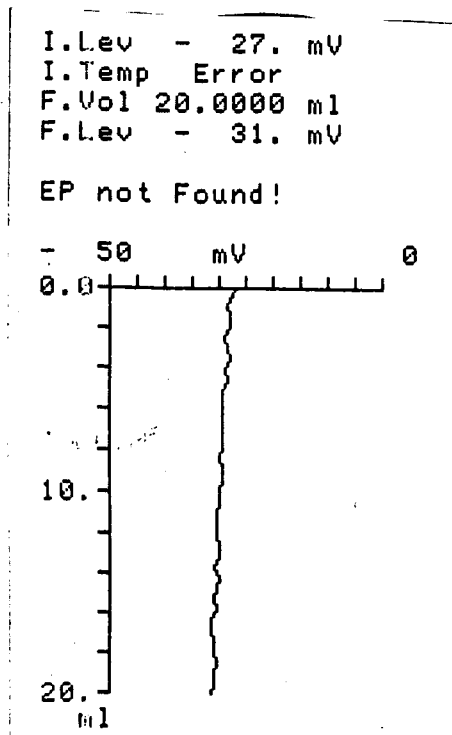
L-5.1. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis Na-laurilsulfat 0,001 M



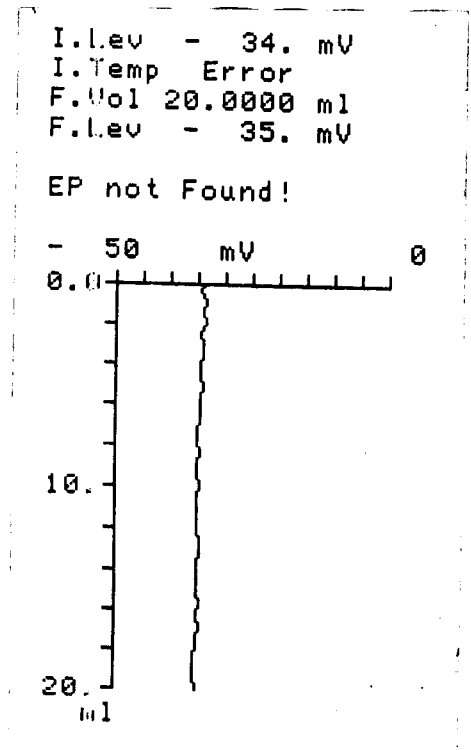
Waktu : 2,5 menit



Waktu: 5 menit



Waktu: 7,5 menit

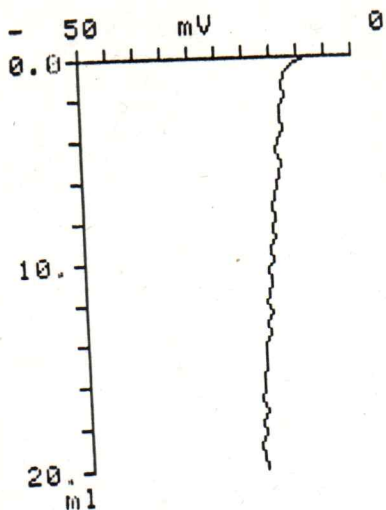


Waktu: 10 menit

L.-5.2. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis Na-laurilsulfat 0,002 M

I.Lev - 8. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 18. mV

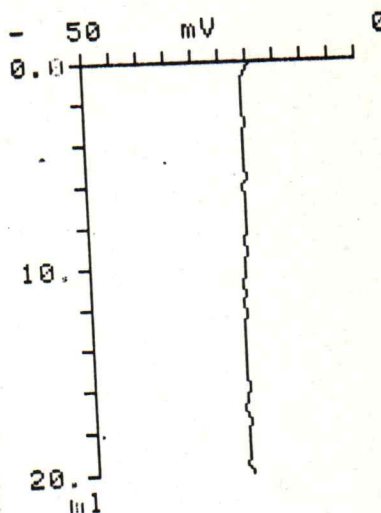
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev - 19. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 21. mV

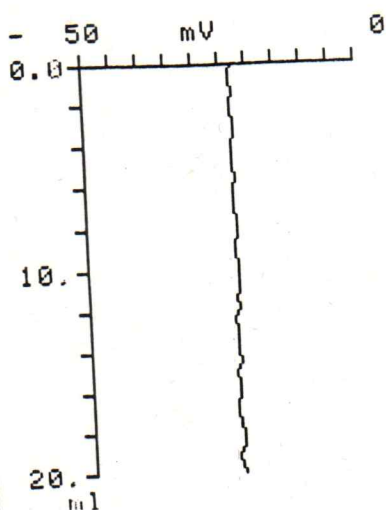
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev - 22. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 22. mV

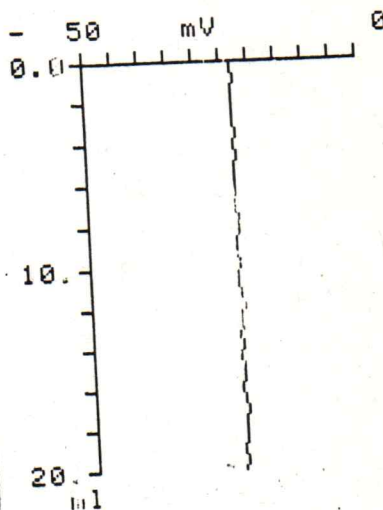
EP not Found!



Waktu: 7,5 menit

I.Lev - 23. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 23. mV

EP not Found!

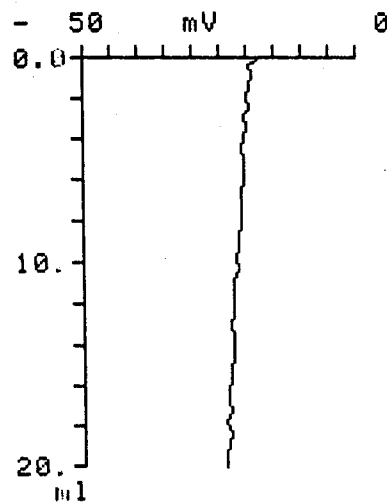


Waktu: 10 menit

L-5.3. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis Na-laurilsulfat 0,004 M

I.Lev - 17. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 24. mV

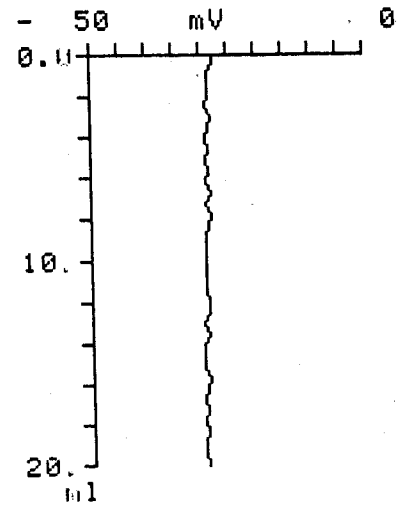
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev - 27. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 29. mV

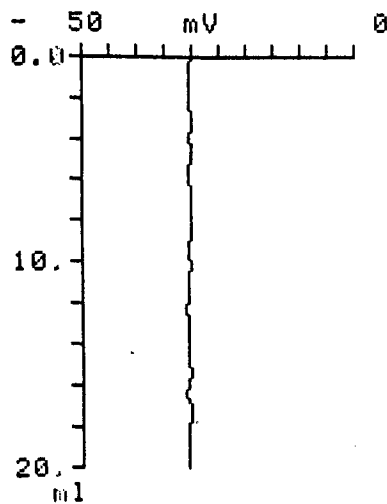
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev - 30. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 30. mV

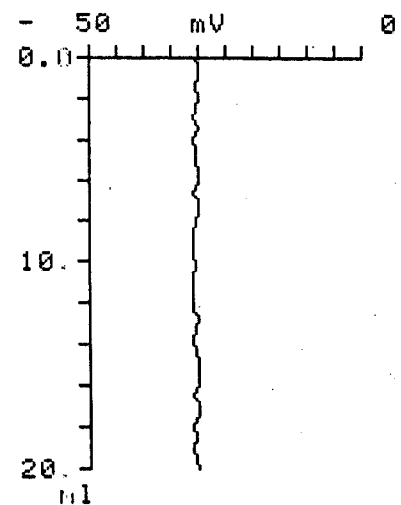
EP not Found!



Waktu: 7,5 menit

I.Lev - 30. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 30. mV

EP not Found!

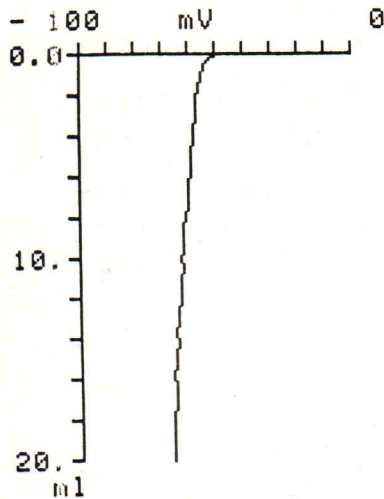


Waktu: 10 menit

L-5.4. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis Na-laurilsulfat 0,006 M

I.Lev - 46. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 66. mV

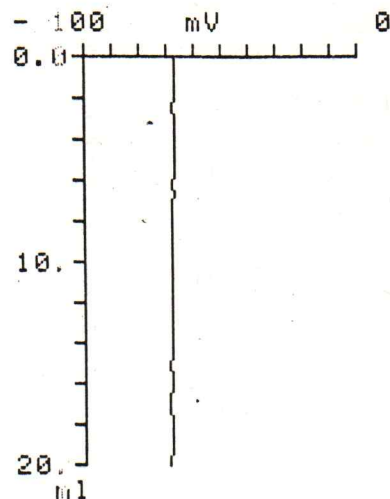
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev - 66. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 68. mV

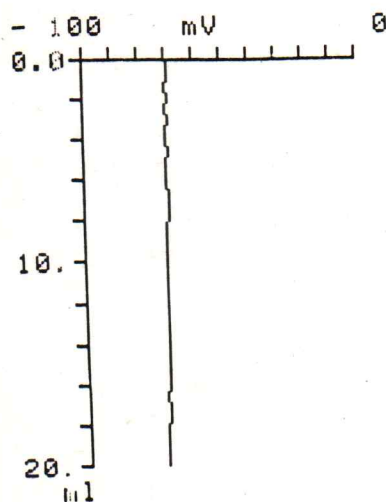
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev - 68. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 70. mV

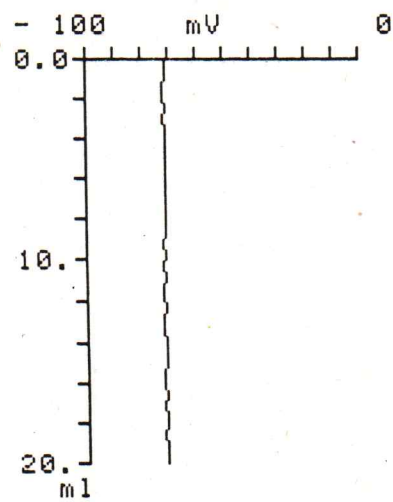
EP not Found!



Waktu : 7,5 menit

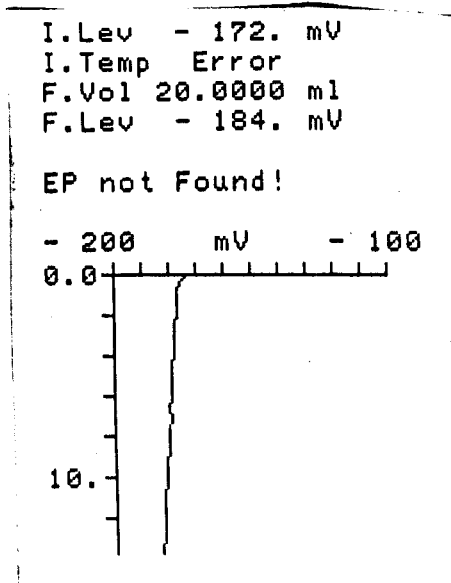
I.Lev - 71. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 71. mV

EP not Found!

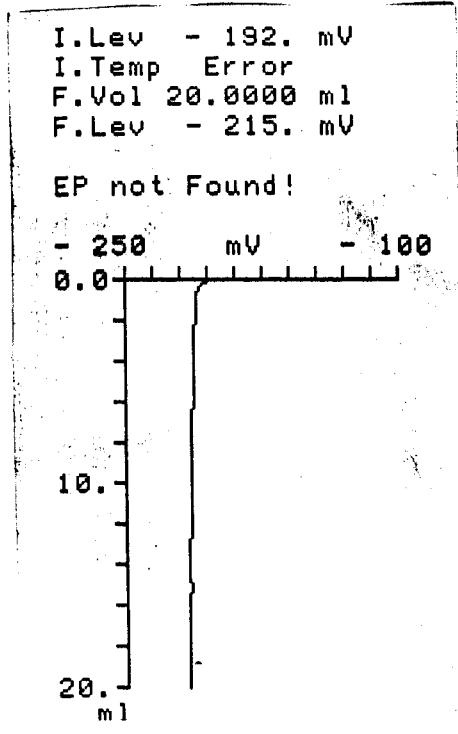


Waktu: 10 menit

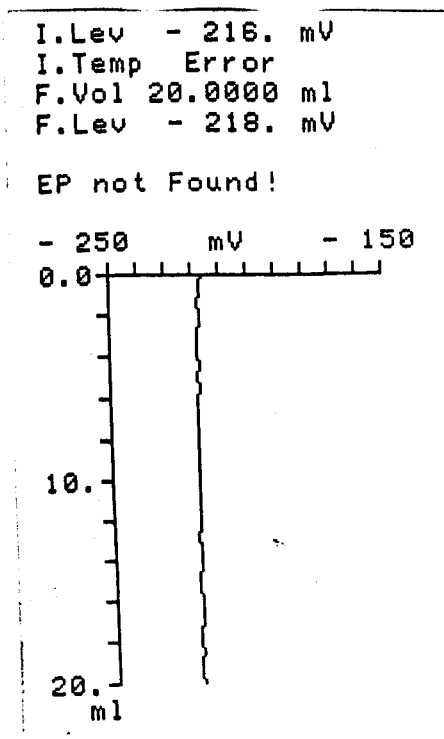
L-5.7. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis Na-laurilsulfat 0,030 M



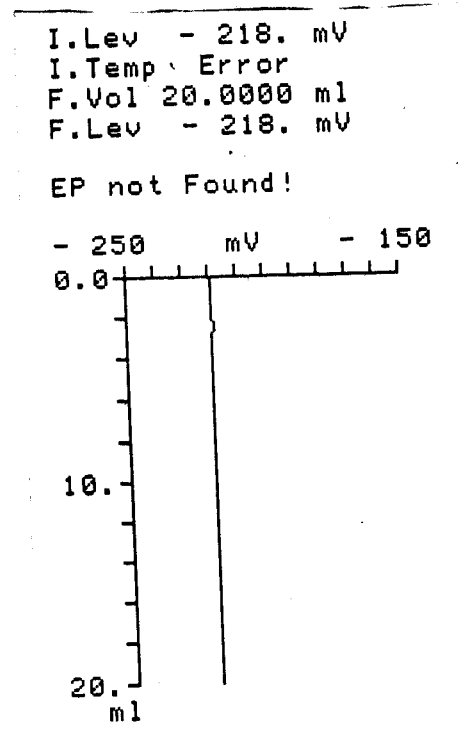
Waktu: 2,5 menit



Waktu: 5 menit



Waktu: 7,5 menit

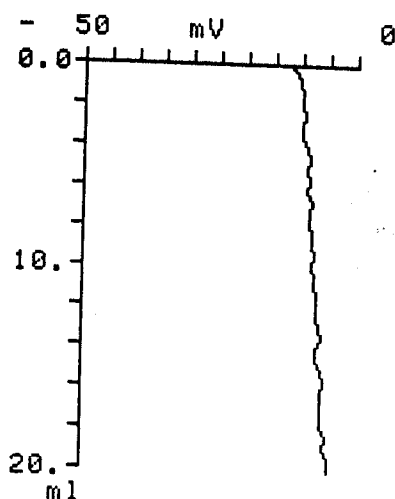


Waktu: 10 menit

L-5.9 Data pengaruh waktu terhadap potensial elektro-
lisis setilpiridinium klorida 0,001 M

I.Lev - 13. mV
I.Temp Error
F.Vol 20.0000 ml
F.Lev - 4. mV

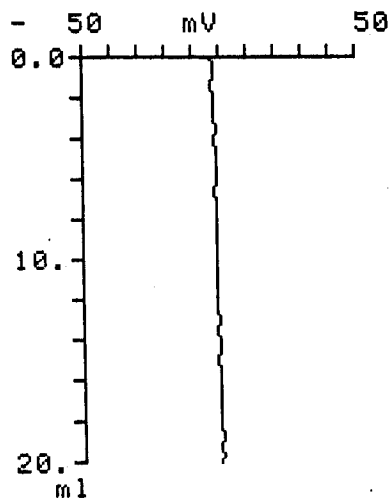
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev - 3. mV
I.Temp Error
F.Vol 20.0000 ml
F.Lev 1. mV

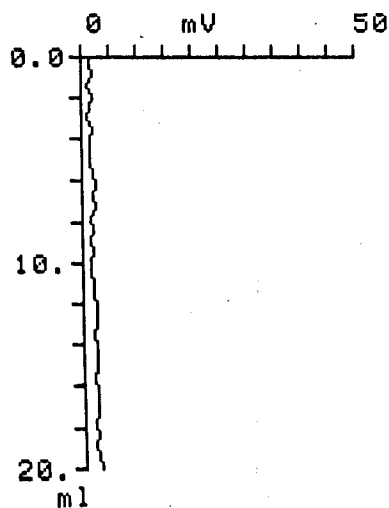
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev 2. mV
I.Temp Error
F.Vol 20.0000 ml
F.Lev 3. mV

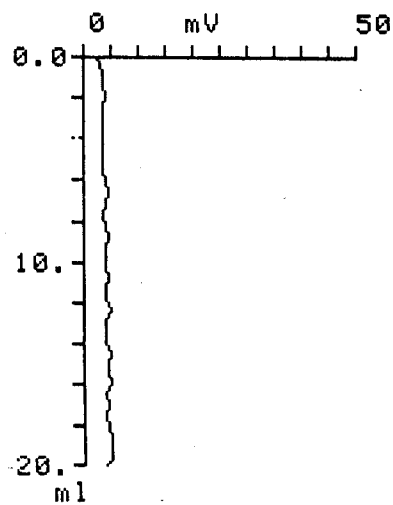
EP not Found!



Waktu: 7,5 menit

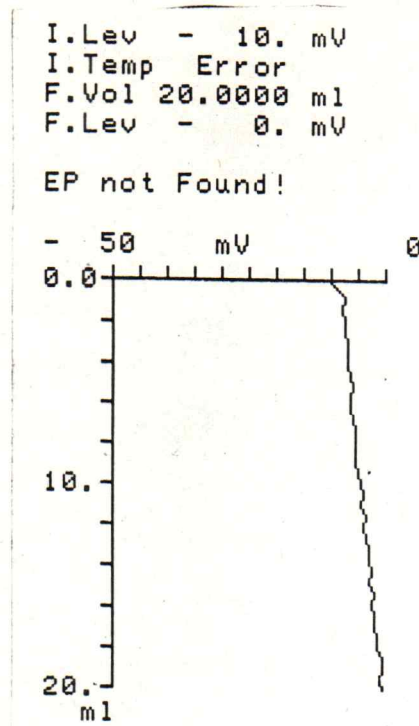
I.Lev 3. mV
I.Temp Error
F.Vol 20.0000 ml
F.Lev 4. mV

EP not Found!

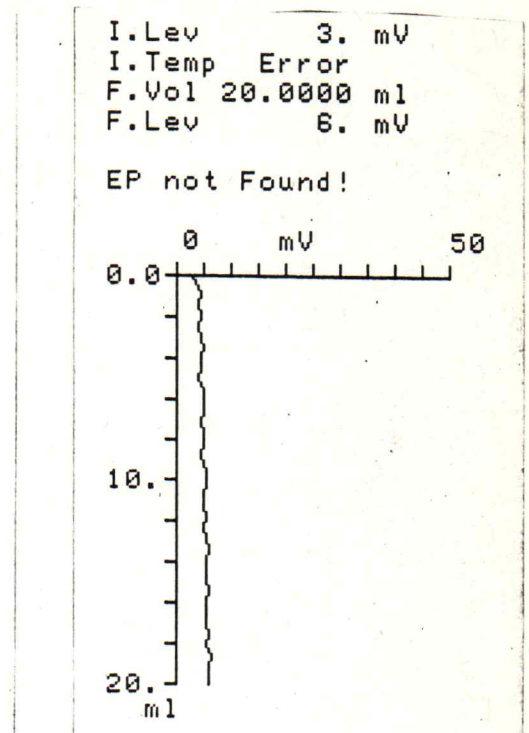


Waktu: 10 menit

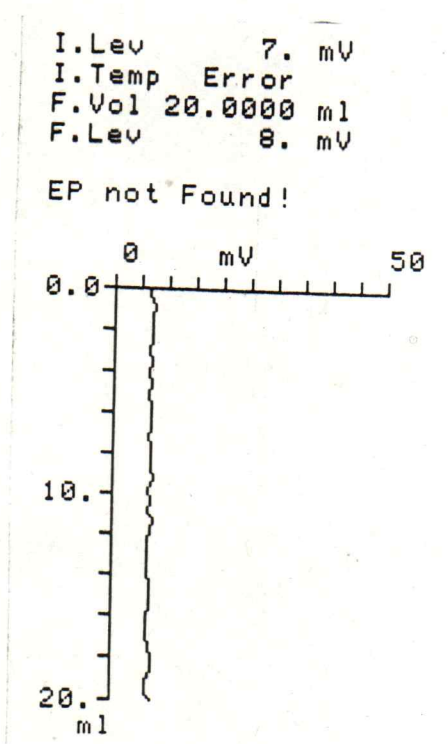
L-5.10. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,002 M



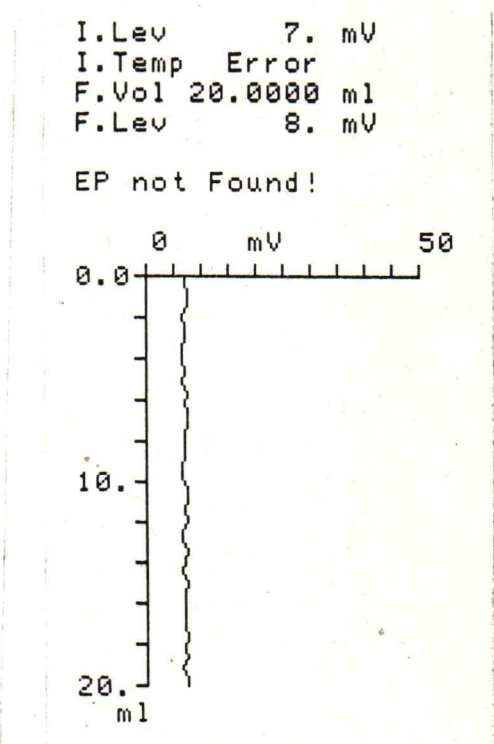
Waktu: 2,5 menit



Waktu: 5 menit



Waktu: 7,5 menit

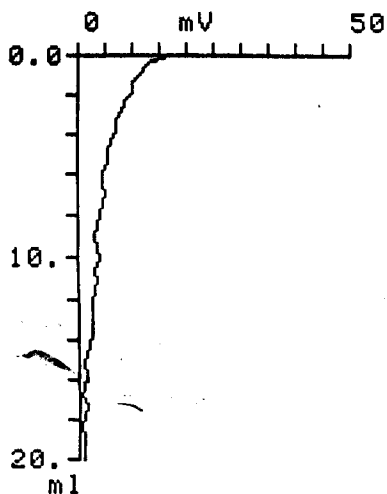


Waktu: 10 menit

L-5.11. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,004 M

I.Lev 22. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev 1. mV

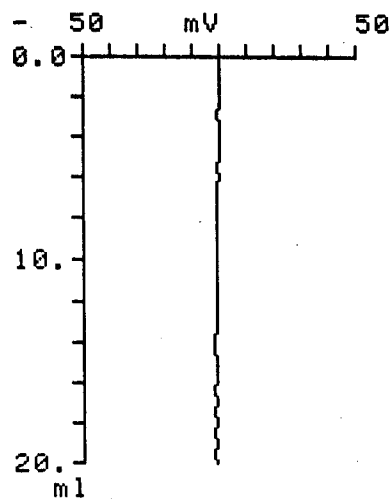
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev 1. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 1. mV

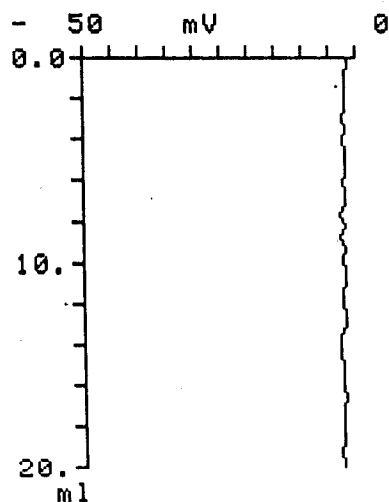
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev - 1. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 2. mV

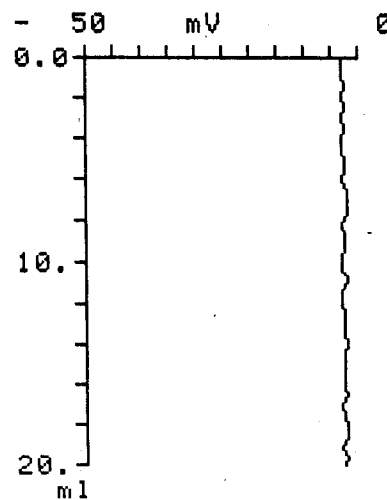
EP not Found!



Waktu: 7,5 menit

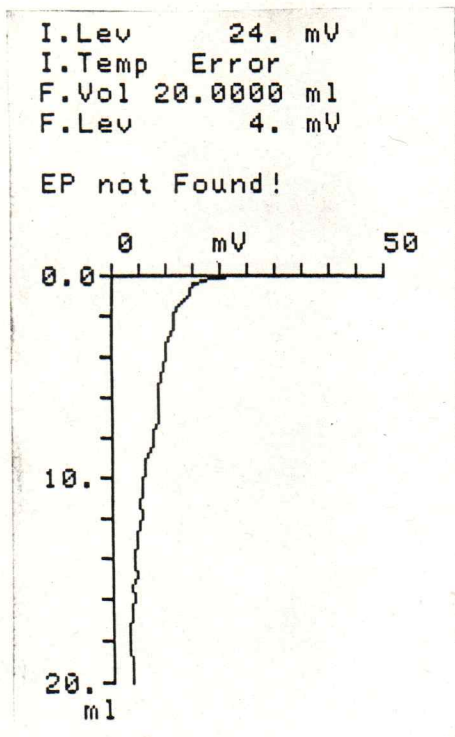
I.Lev - 3. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 2. mV

EP not Found!

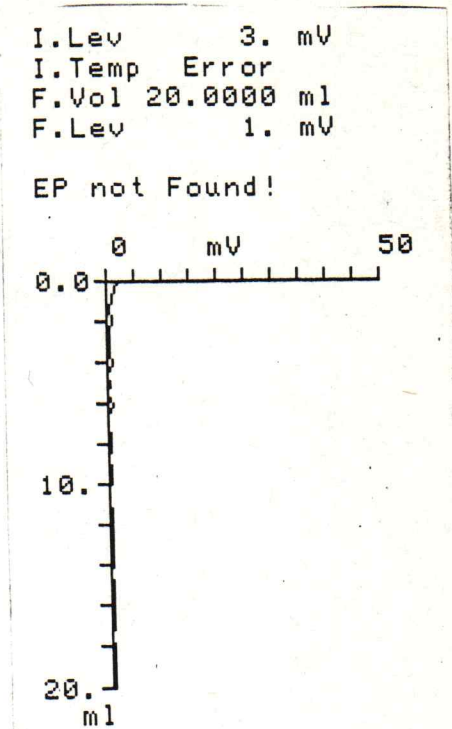


Waktu: 10 menit

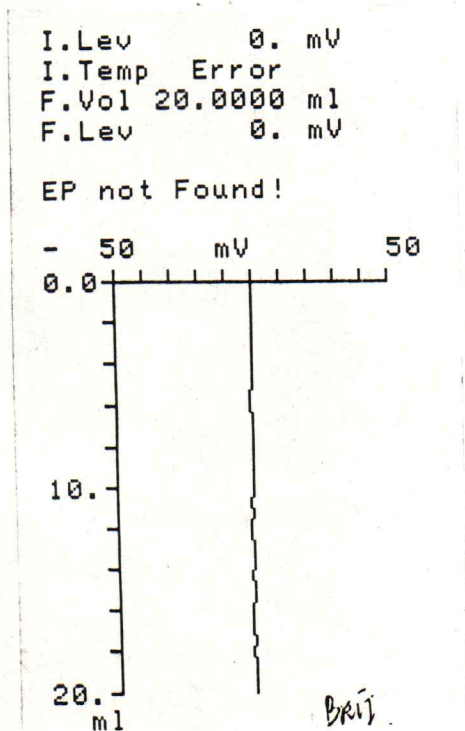
L-5.12. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,006 M



Waktu: 2,5 menit



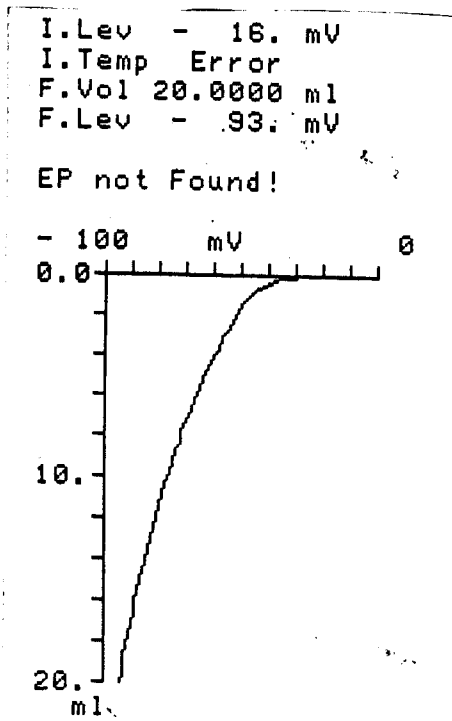
Waktu: 5 menit



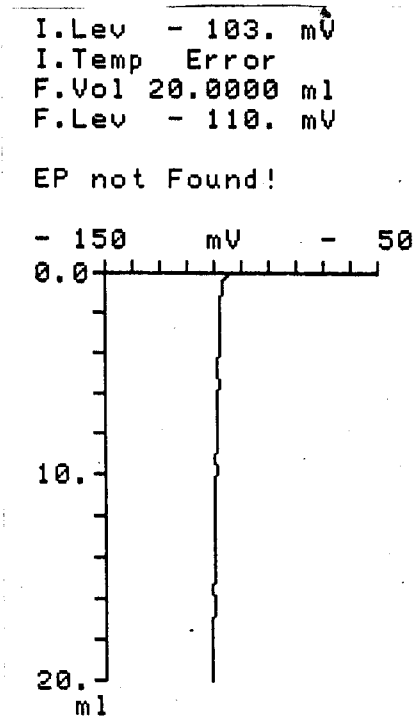
Waktu: 7,5 menit

Waktu: 10 menit

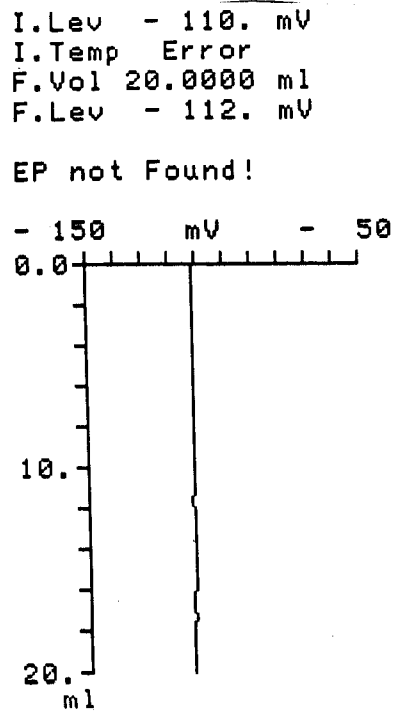
L-5.15. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,01 M



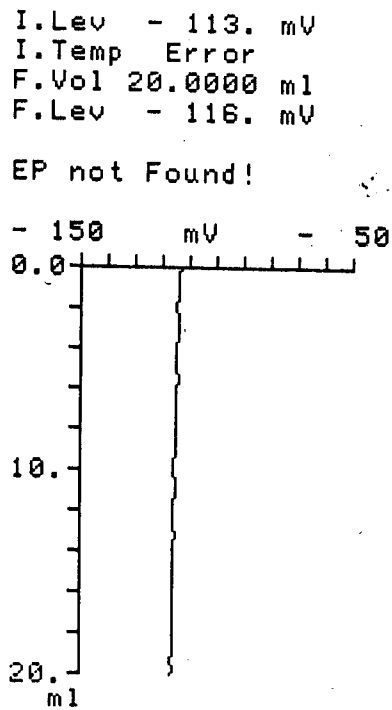
Waktu: 2,5 menit



Waktu: 5 menit



Waktu: 7,5 menit

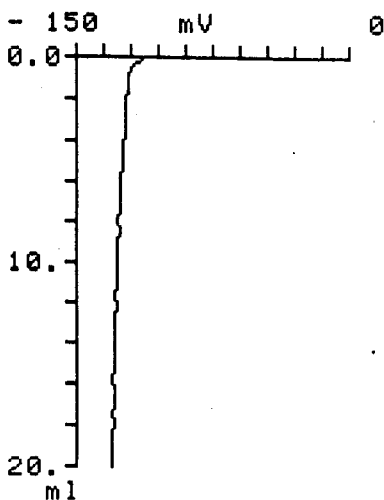


Waktu: 10 menit

L-5.14. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,020 M

I.Lev - 88. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 129. mV

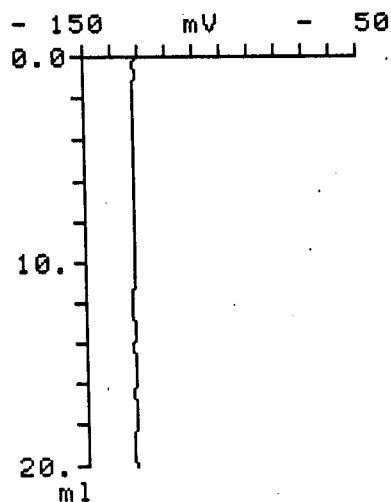
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev - 131. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 132. mV

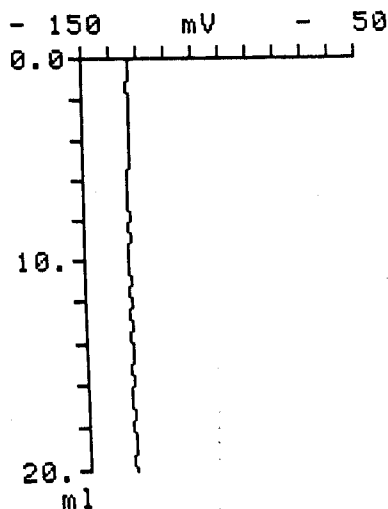
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev - 132. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 133. mV

EP not Found!



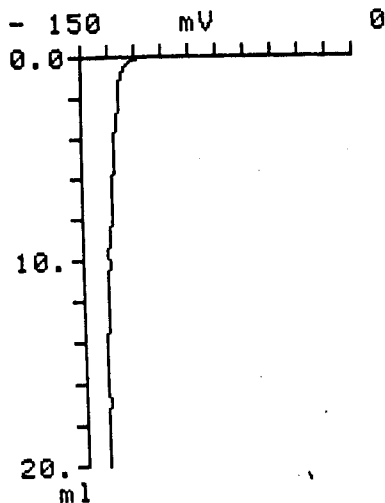
Waktu: 7,5 menit

Waktu: 10 menit

L-5.13. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,030 M

I.Lev - 98. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 137. mV

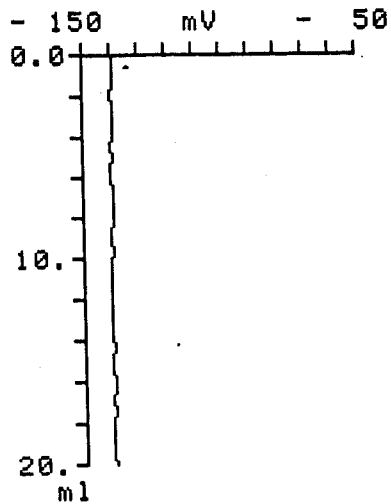
EP not Found!



Waktu: 2,5 menit

I.Lev - 138. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 139. mV

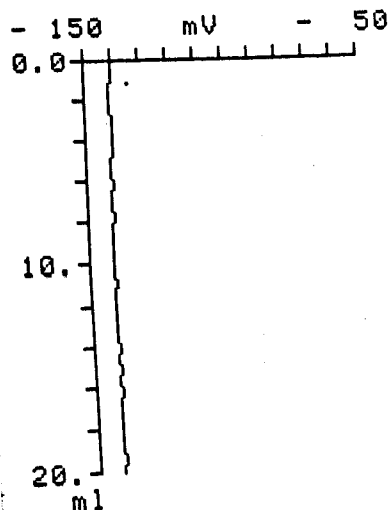
EP not Found!



Waktu: 5 menit

I.Lev - 140. mV
 I.Temp Error
 F.Vol 20.0000 ml
 F.Lev - 140. mV

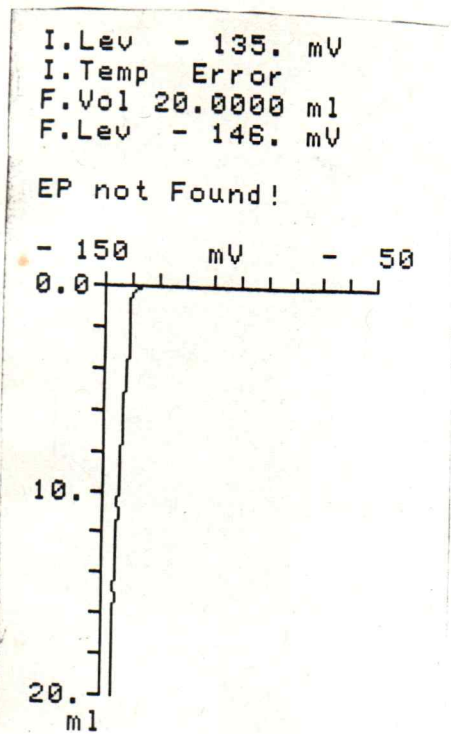
EP not Found!



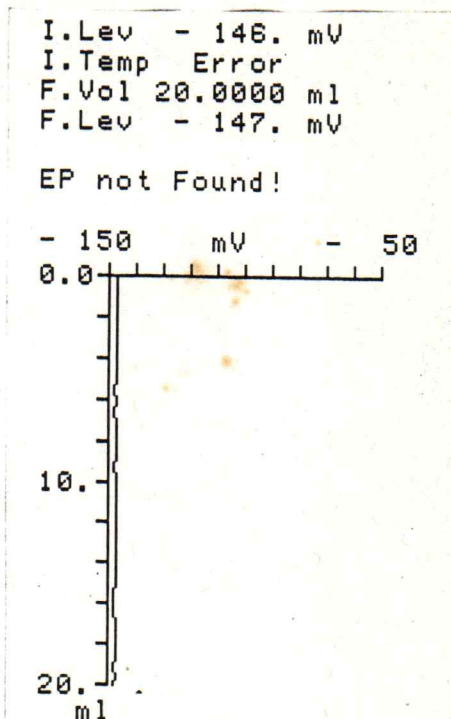
Waktu: 7,5 menit

Waktu: 10 menit

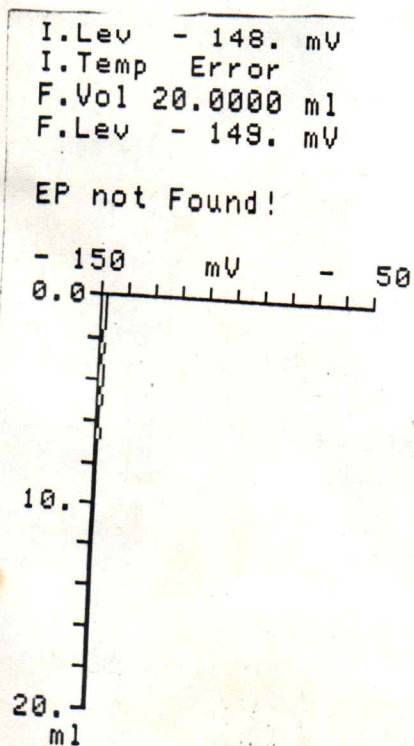
L-5.16. Data pengaruh waktu terhadap potensial elektrolisis setilpiridinium klorida 0,050 M



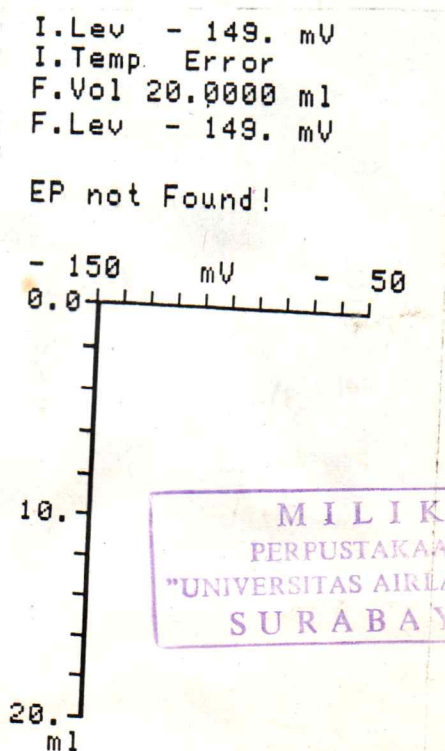
Waktu: 2,5 menit



Waktu: 5 menit



Waktu: 7,5 menit



Waktu: 10 menit

MILIK
 PERPUSTAKAAN
 "UNIVERSITAS AIRLANGGA"
 SURABAYA