

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**



LAPORAN AKHIR

**Diajukan Sebagai Persyaratan untuk Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

**M. YUDA PRATAMA
0613 3040 1060**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**

Oleh:

**M. Yuda Pratama
0613 3040 1060**

**Palembang, Juli 2016
Pembimbing II,**

Pembimbing I,



**Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP 196711191993032003**



**Zulkarnain, S.T., M.T.
NIP 197102251995021001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIP 196904111992031001**

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 4 Agustus 2016**

Tim Penguji :

1. Indah Purnamasari, S.T., M.T.
NIP. 198703272012122002
2. Meilianti, S.T., M.T.
NIP. 197509142005012002
3. Ir. Hj. Erwana Dewi, M.Eng.
NIP. 196711191993032003
4. Ir. Muhammad Taufik, M. Si.
NIP. 195810201991031001

Tanda Tangan

()

()

()

()

**Palembang, Agustus 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**


**Adi Syakdani, S.T. M.T.
NIP. 196904111992031001**

MOTTO:

“Dan sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain.”

(HR. Thabrani dan Daruquthni)

“Live a life you will remember.”

(Avicii)

***“Tidak beriman seseorang di antara kalian hingga ia mencintai saudaranya
sebagaimana mencintai dirinya sendiri.”***

(H.R. Bukhari dan Muslim)

***“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian. Kecuali
orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat
menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya
menetapi kesabaran.”***

(Q.S. Al-asr : 1-3)

Kupersembahkan untuk:

- 1. Allah SWT.***
- 2. Nabi Muhammad SAW***
- 3. Ayah dan Ibu***
- 4. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.***
- 5. Zulkarnain, S.T., M.T.***
- 6. M. Rizky Umaroh, M. Agung
Satrio dan Rizky Herliana Niswita***
- 7. Kelas KF '13***
- 8. Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya***
- 9. Almamaterku***

ABSTRAK

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI

(M. Yuda Pratama, 2016, 84 lembar, 20 tabel, 49 gambar, 4 lampiran)

Teknologi pengolahan air limbah yang umum digunakan adalah koagulasi-flokulasi. Metode ini mempunyai kelemahan pada biaya pengolahan yang tinggi dan volume *sludge* yang besar. Untuk itu digunakan metode alternatif yang lebih efektif yaitu metode elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan metode koagulasi dengan menggunakan arus listrik melalui peristiwa elektrokimia. Prinsip kerja elektrokoagulasi adalah pelarutan logam anoda (M^+) yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksi (OH^-) membentuk koagulan. Limbah yang akan diolah dengan metode elektrokoagulasi ini adalah limbah cair terpadu. Penelitian ini dilakukan secara *batch* dimana limbah cair diletakkan di dalam sel elektrokimia yang terdapat elektroda dengan dimensi 15 cm x 15 cm. Parameter yang divariasikan adalah jenis elektroda yaitu elektroda aluminium dan *stainless steel* dan tegangan 6, 9 dan 12 volt, serta waktu proses 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Kondisi optimum untuk elektroda aluminium dan *stainless steel* yaitu tegangan 12 volt dan waktu proses 150 menit. Efektivitas elektrokoagulasi limbah cair terpadu menggunakan elektroda aluminium adalah TDS 88,96%, TSS 50%, COD 87,96%, BOD₅ 52,98%, PO₄ 35,37%, Fe 62,5% dan Pb 85% dengan efisiensi arus 78,91%. Untuk efektivitas menggunakan elektroda *stainless steel* adalah TDS 80,27%, TSS 57,5%, COD 88,43%, BOD₅ 74,86%, PO₄ 42,20%, Fe 46,86% dan Pb 88,57% dengan efisiensi arus 81,25%. Hasil penelitian ini telah memenuhi standar baku mutu lingkungan.

Kata kunci: limbah cair terpadu, elektrokoagulasi, elektroda aluminium, elektroda *stainless steel*

ABSTRACT

TREATMENT OF INTEGRATED WASTEWATER BY ELECTROCOAGULATION METHOD

(M. Yuda Pratama, 2016, 84 pages, 20 tables, 49 figures, 4 appendixes)

Wastewater treatment technology that commonly used is coagulation-flocculation. This method has weakness in processing costs and volume of sludge. Therefore, we use alternative method that more effective than coagulation-flocculation, it is electrocoagulation method. Electrocoagulation is a coagulation method using an electric current through an electrochemical reaction. The work principle of electrocoagulation is dissolving metal anode (M^+) which then reacts with hydroxyl ions (OH^-) that form a coagulant. The waste that will be processed by using this electrocoagulation method is an integrated liquid waste. This reseearch was conducted in a batch where the liquid waste will placed in an electrochemical cell which has the electrodes with dimensions of 15 cm x 15 cm. The parameters in this method will be varied. They are the type of electrodes, electrode aluminum and stainless steel and a voltage of 6, 9 and 12 volts, and the process time 30, 60, 90, 120 and 150 minutes. The optimum conditions for the aluminum electrodes and stainless steel was the voltage of 12 volts and processing time of 150 minutes. Effectiveness of the electrocoagulation to treat the integrated wastewater by aluminum electrodes are TDS 88.96%, TSS 50%, COD 87.96%, BOD₅ 52.98%, PO₄ 35.37%, Fe 62.5% and Pb 85% with a current efficiency of 78,91%. For the effectiveness of using stainless steel electrodes are TDS 80.27%, TSS 57.5%, COD 88.43%, BOD₅ 74.86%, PO₄ 42.20%, Fe 46.86% and Pb 88.57% with current efficiency 81.25%. The results of this research have fulfilled the enviromental quality standards.

Keywords: *integrated wastewater, electrocoagulation, aluminum electrode, stainless steel electrode*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulisan Laporan Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Adapun judul dari Laporan Akhir ini adalah **“Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi”**.

Laporan akhir ini dibuat sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan, bantuan dan kerjasama yang baik dalam menyusun laporan akhir ini hingga dapat diselesaikan, kepada yang terhormat:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos RS, S.T., M.T., Pembantu Direktur I Politeknik negeri Sriwijaya.
3. Adi Syakdani, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T., Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Hj. Rusdianasari, M.Si., Dosen Pembimbing I Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Zulkarnain, S.T., M.T., Dosen Pembimbing II Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Seluruh bapak/ibu dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa membantu baik secara moril maupun materil hingga laporan akhir ini dapat diselesaikan.
9. Widodo, Erniati Anzar, S.T., selaku teknisi Laboratorium Teknik Kimia yang selalu membantu selama penelitian berlangsung.
10. Teman-teman seperjuangan Rizky Herliana Niswita, Dian Febrianti Piscelesia, Deka Pitaloka dan Putri Utami dalam melakukan penelitian dan

analisa di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Palembang.

11. Teman-teman kelas 6 KF yang telah menjadi keluarga terbaik selama 3 tahun.
12. Seluruh teman-teman Teknik Kimia Semester VI Angkatan 2013 Politeknik Negeri Sriwijaya.
13. Dan semua pihak yang telah membantu selama penulisan Laporan Akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya.

Terima kasih penulis ucapkan dan semoga bantuan yang telah diberikan mendapat pahala yang setimpal dari Allah SWT. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan laporan ini dengan harapan semoga bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah	4
2.1.1 Limbah Cair	4
2.1.2 Sumber Limbah Cair.....	4
2.1.3 Dampak Limbah Cair.....	5
2.1.4 Indikator Pencemaran Limbah Cair	6
2.1.5 Indikator Pencemar Air.....	7
2.2 Limbah Cair Terpadu	8
2.2.1 Karakteristik Limbah Cair Terpadu	9
2.2.2 Pengolahan Limbah Cair Terpadu	12
2.3 Elektrokimia	14
2.3.1 Hukum Faraday.....	14
2.3.2 Efisiensi Arus.....	15
2.4 Elektrokoagulasi	15
2.4.1 Definisi Elektrokoagulasi	15
2.4.2 Proses Elektrokoagulasi	17
2.4.3 Mekanisme Elektrokoagulasi.....	18
2.4.4 Reaksi pada Elektrokoagulasi	19
2.4.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi.....	21
2.5 Logam Alumunium	22
2.6 Logam <i>Stainless Steel</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1 Alat yang digunakan	23
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	23
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	24

3.4	Prosedur Penelitian.....	25
3.4.1	Penentuan Karakterisasi Limbah Cair Terpadu	25
3.4.1.1	Penentuan pH	25
3.4.1.2	Penentuan TDS	25
3.4.1.3	Penentuan TSS	25
3.4.1.4	Penentuan BOD ₅	27
3.4.1.5	Penentuan COD.....	27
3.4.1.6	Penentuan PO ₄	28
3.4.1.7	Penentuan Logam Fe.....	30
3.4.1.8	Penentuan Logam Pb	30
3.4.2	Proses Elektrokoagulasi	31
3.5	Diagram Penelitian	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil	33
4.1.1	Karakterisasi Awal Limbah Cair Domestik.....	33
4.1.2	Karakterisasi Limbah Cair Domestik setelah Pengolahan.....	33
4.2	Pembahasan	36
4.2.1	Karakterisasi Awal Limbah Cair Domestik.....	36
4.2.2	Hasil Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi	36
4.2.2.1	Hasil Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium.....	36
4.2.2.2	Hasil Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> ..	45
4.2.3	Efektivitas Metode Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah Cair Terpadu	54
4.2.3.1	Efektivitas Metode Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda Alumunium	54
4.2.3.2	Efektivitas Metode Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	57
4.2.4	Perbandingan Karakterisasi Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium dan <i>Stainless Steel</i>	59
4.3	Efisiensi Arus	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA	80
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	84
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakterisasi Awal Limbah Cair Terpadu	33
2. Hasil Analisis Limbah Terpadu dengan Elektroda Alumunium dan Tegangan 6 Volt	34
3. Hasil Analisis Limbah Terpadu dengan Elektroda Alumunium dan Tegangan 9 Volt	34
4. Hasil Analisis Limbah Terpadu dengan Elektroda Alumunium dan Tegangan 12 Volt	34
5. Hasil Analisis Limbah Terpadu dengan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dan Tegangan 6 Volt	35
6. Hasil Analisis Limbah Terpadu dengan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dan Tegangan 9 Volt	35
7. Hasil Analisis Limbah Terpadu dengan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dan Tegangan 12 Volt	35
8. Karakterisasi Awal Limbah Cair Terpadu	82
9. Karakterisasi Limbah Cair Terpadu setelah Pengolahan Menggunakan Elektroda Alumunium	82
10. Karakterisasi Limbah Cair Terpadu setelah Pengolahan Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	83
11. Hasil Analisis Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda Alumunium dengan Tegangan 6 Volt	84
12. Hasil Analisis Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda Alumunium dengan Tegangan 9 Volt	84
13. Hasil Analisis Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda Alumunium dengan Tegangan 12 Volt	84
14. Hasil Analisis Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dengan Tegangan 6 Volt	85
15. Hasil Analisis Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dengan Tegangan 9 Volt	85
16. Hasil Analisis Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dengan Tegangan 12 Volt	85
17. Efektivitas Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dengan Tegangan 6 Volt	86
18. Efektivitas Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dengan Tegangan 9 Volt	86
19. Efektivitas Limbah Cair Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i> dengan Tegangan 12 Volt	87
20. Efektivitas Limbah Terpadu Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Elektrokoagulasi Sistem <i>Batch</i>	16
2. Interaksi dalam Proses Elektrokoagulasi Sistem <i>Batch</i>	19
3. Diagram Blok Penelitian Elektrokoagulasi	32
4. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Kenaikkan Nilai pH	37
5. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai TDS	38
6. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai TSS.....	40
7. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai BOD ₅	41
8. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai COD	42
9. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai PO ₄	43
10. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Logam Fe	44
11. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Logam Pb.....	45
12. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Kenaikkan Nilai pH	46
13. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai TDS	47
14. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai TSS.....	48
15. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai BOD ₅	49
16. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai COD	50
17. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Nilai PO ₄	52
18. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Logam Fe	53
19. Pengaruh Tegangan dan Waktu Proses terhadap Logam Pb.....	54
20. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 6 Volt Menggunakan Elektroda Aluminium.....	54
21. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 9 Volt Menggunakan Elektroda Aluminium.....	55
22. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 12 Volt Menggunakan Elektroda Aluminium.....	56
23. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 6 Volt Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	57
24. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 9 Volt Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	58
25. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 12 Volt Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	59
26. Perbandingan Karakterisasi pH Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 volt	60
27. Perbandingan Karakterisasi pH Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 volt	60
28. Perbandingan Karakterisasi pH Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 volt	61
29. Perbandingan Karakterisasi TDS Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 volt	62

30. Perbandingan Karakterisasi TDS Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 volt	63
31. Perbandingan Karakterisasi TDS Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 volt	63
32. Perbandingan Karakterisasi TSS Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 volt	64
33. Perbandingan Karakterisasi TSS Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 volt	65
34. Perbandingan Karakterisasi TSS Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 volt	65
35. Perbandingan Karakterisasi BOD ₅ Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 volt	66
36. Perbandingan Karakterisasi BOD ₅ Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 volt	67
37. Perbandingan Karakterisasi BOD ₅ Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 volt	68
38. Perbandingan Karakterisasi COD Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 volt	69
39. Perbandingan Karakterisasi COD Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 volt	70
40. Perbandingan Karakterisasi COD Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 volt	70
41. Perbandingan Karakterisasi PO ₄ Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 Volt.....	71
42. Perbandingan Karakterisasi PO ₄ Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 Volt.....	72
43. Perbandingan Karakterisasi PO ₄ Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 Volt.....	72
44. Perbandingan Karakterisasi Pb Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 Volt.....	73
45. Perbandingan Karakterisasi Pb Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 Volt.....	74
46. Perbandingan Karakterisasi Pb Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 Volt.....	74
47. Perbandingan Karakterisasi Fe Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 6 Volt.....	75
48. Perbandingan Karakterisasi Fe Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 9 Volt.....	76
49. Perbandingan Karakterisasi Fe Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium dan <i>Stainless Steel</i> pada Tegangan 12 Volt.....	77
50. Hasil Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium.....	94
51. Hasil Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda <i>Stainless Steel</i>	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan dan Surat Validasi Data.....	85
2. Perhitungan.....	87
3. Dokumentasi Penelitian.....	92
4. Surat-surat	94