

SKRIPSI

Pengolahan Awal Limbah Cair Industri PT. SIER Dengan Metode Elektroflotasi (EF)



Diajukan oleh :

Nama/NRP : Dionysius Nathanael / 5203016027

Nama/NRP : Keenan Michael Agape / 5203017046

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Dionysius Nathanael

NRP : 5203016027

telah diselenggarakan pada tanggal 27 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 10 Juni 2019

Pembimbing I

Dra. Adriana Anteng A., M.Si
NIK. 521.86.0124

Pembimbing II

Andrew J., ST., MT., IPM.
NIK. 511.97.0291

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph. D., IPM.
NIK. 521.93.0198

Anggota

Sekretaris

Dra. Adriana Anteng A., M.Si
NIK. 521.86.0124

Anggota

Anggota

Ir. Yohanes S., MT.
NIK. 521.89.0151

Maria Y., ST., Ph. D.
NIK. 521.18.1010

Mengetahui

Andrew J., ST., MT., IPM.
NIK. 511.97.0291

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph. D., IPM.
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Gandy Budi H., MT., Ph. D.
NIK. 521.90.0198

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Keenan Michael Agape

NRP : 5203017046

telah diselenggarakan pada tanggal 27 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juni 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Adriana Anteng A., M.Si
NIK. 521.86.0124

Andrew J., ST., MT., IPM.
NIK. 511.97.0291

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., IPM.
NIK. 521.93.0198

Anggota

Dra. Adriana Anteng A., M.Si.
NIK. 521.86.0124

Anggota

Anggota

Ir. Yohanes S., MT.
NIK. 521.93.0151

Dekan Fakultas Teknik

Maria Y., ST., Ph.D.
NIK. 521.18.1010

Mengetahui

Andrew J., ST., MT., IPM.
NIK. 511.97.0291

Ketua Jurusan Teknik Kimia

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Dionysius Nathanael
NRP : 5203016027

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Pengolahan Awal Limbah Cair Industri PT. SIER Dengan Metode Elektroflotasi (EF)

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juni 2019

Yang menyatakan,



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Keenan Michael Agape
NRP : 5203017046

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Pengolahan Awal Limbah Cair Industri PT. SIER Dengan Metode Elektroflotasi (EF)

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juni 2019

Yang menyatakan,


(Keenan Michael Agape)
NRP. 5203017046

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juni 2019
Mahasiswa,



(Dionysius Nathanael)
NRP. 5203016027

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar -- benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juni 2019
Mahasiswa,



(Keenan Michael Agape)
NRP. 5203017046

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | iii |
| LEMBAR PERTANYAAN..... | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| INTISARI..... | xi |
| ABSTRACT | xii |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1. Latar Belakang..... | 1 |
| I.2. Perumusan Masalah | 2 |
| I.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 3 |
| II.1. Limbah Cair Industri PT. SIER | 3 |
| II.2. Elektroflorasi..... | 4 |
| II.3. <i>Chemical Oxygen Demand</i> | 6 |
| II.4. <i>Total Suspended Solid</i> | 7 |
| II.5. Bakteri..... | 8 |
| II.6. Metode <i>Standart Plate Count</i> | 10 |
| BAB III. METODE PENELITIAN..... | 12 |
| III.1. Rancangan Penelitian..... | 12 |
| III.2. Bahan..... | 12 |
| III.3. Alat | 13 |
| III.4. Rancangan Rangkaian Alat EF..... | 13 |
| III.5. Variabel Penelitian | 16 |
| III.5.1. Variabel Tetap..... | 16 |
| III.5.2. Variabel Berubah..... | 16 |
| III.6. Prosedur Penelitian EF..... | 17 |
| BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 19 |
| IV.1. Penentuan COD dan TSS..... | 19 |
| IV.1.1. Pengukuran COD | 19 |
| IV.1.2. Pengukuran TSS..... | 21 |
| IV.2. Perhitungan Jumlah Koloni..... | 23 |
| BAB V. KESIMPULAN | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 26 |
| LAMPIRAN A. PROSEDUR ANALISA | 30 |

| | |
|--|----|
| A.1. Analisa COD..... | 30 |
| A.2. Analisa TSS..... | 31 |
| A.3. Analisa SPC | 33 |
| LAMPIRAN B. PEMBUATAN LARUTAN DAN MEDIA | 35 |
| B.1. Pembuatan Larutan Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) | 35 |
| B.2. Pembuatan Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4)..... | 35 |
| B.3. Pembuatan Larutan Ferro Amonium Sulfat ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$) | 36 |
| B.4. Pembuatan Nutrient Agar (NA)..... | 36 |
| B.5. Pembuatan Larutan Pengencer..... | 36 |
| LAMPIRAN C. ANALISA PERHITUNGAN | 38 |
| C.1. Perhitungan COD..... | 38 |
| C.2. Perhitungan TSS | 44 |
| C.3. Perhitungan SPC..... | 50 |
| LAMPIRAN D. TABEL DATA MENTAH..... | 53 |
| LAMPIRAN E. DOKUMENTASI PENELITIAN | 60 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel II.1. Baku mutu Air limbah untuk Industri Sabun, Deterjen, dan Minyak nabati (Kep. Men. LH No. 5 th. 2014)..... | 4 |
| Tabel C.1. Hasil titrasi sampel awal sebelum EF | 38 |
| Tabel C.2. Hasil titrasi blanko | 38 |
| Tabel C.3. Hasil titrasi sampel setelah EF bagian atas | 39 |
| Tabel C.4. Hasil titrasi sampel setelah EF bagian tengah | 39 |
| Tabel C.5. Hasil titrasi sampel setelah EF bagian bawah | 39 |
| Tabel C.6. Perhitungan parameter COD untuk berbagai tegangan listrik (Volt) pada waktu kontak 20 menit..... | 41 |
| Tabel C.7. Perhitungan parameter COD untuk berbagai tegangan listrik (Volt) pada waktu kontak 40 menit..... | 42 |
| Tabel C.8. Perhitungan parameter COD untuk berbagai tegangan listrik (Volt) pada waktu kontak 60 menit..... | 43 |
| Tabel C.9. Perhitungan parameter TSS untuk berbagai tegangan listrik (Volt) pada waktu kontak 20 menit..... | 47 |
| Tabel C.10. Perhitungan parameter TSS untuk berbagai tegangan listrik (Volt) pada waktu kontak 40 menit..... | 48 |
| Tabel C.11. Perhitungan parameter TSS untuk berbagai tegangan listrik (Volt) pada waktu kontak 60 menit..... | 49 |
| Tabel C.12. Perhitungan SPC sebelum dilakukan EF..... | 50 |
| Tabel C.13. Pertumbuhan koloni bakteri sesudah dilakukan EF pada tegangan listrik 15 Volt | 51 |
| Tabel C.14. Pertumbuhan koloni bakteri sesudah dilakukan EF pada tegangan listrik 17 Volt | 52 |
| Tabel C.15. Pertumbuhan koloni bakteri sesudah dilakukan EF pada tegangan listrik 19 Volt | 52 |
| Tabel D.1. Data Mentah Perhitungan COD untuk Waktu Kontak 20Menit dan Berbagai Variasi Tegangan Listrik..... | 53 |
| Tabel D.2. Data Mentah Perhitungan COD untuk Waktu Kontak 40 Menit dan Berbagai Variasi Tegangan Listrik..... | 54 |
| Tabel D.3. Data Mentah Perhitungan COD untuk Waktu Kontak 60 Menit dan Berbagai Variasi Tegangan Listrik..... | 55 |
| Tabel D.4. Data Mentah Perhitungan TSS untuk Waktu Kontak 20 Menit dan Berbagai Variasi Tegangan Listrik..... | 56 |
| Tabel D.5. Data Mentah Perhitungan TSS untuk Waktu Kontak 40 Menit dan Berbagai Variasi Tegangan Listrik..... | 57 |
| Tabel D.6. Data Mentah Perhitungan TSS untuk Waktu Kontak 60 Menit dan Berbagai Variasi Tegangan Listrik..... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar III.1. Rangkaian Alat EF | 14 |
| Gambar III.2. Alat EF..... | 15 |
| Gambar IV.1. Penurunan COD (%) pada berbagai tegangan listrik (volt) untuk waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit..... | 19 |
| Gambar IV.2. Penurunan TSS (%) pada berbagai tegangan listrik (volt) untuk waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit..... | 21 |
| Gambar IV.3. Penurunan jumlah koloni bakteri (%) pada berbagai tegangan listrik (volt) untuk waktu kontak 20 menit, 40 menit, 60 menit | 23 |
| Gambar A.1. Prosedur SPC | 34 |
| Gambar E.1. Proses Elektroflotasi Limbah..... | 60 |
| Gambar E.2. Proses titrasi sampel untuk pengukuran COD | 60 |
| Gambar E.3. Proses pengukuran TSS dengan metode gravimetri | 61 |
| Gambar E.4. Proses pengukuran jumlah koloni bakteri dengan metode <i>Standard Plate Count (SPC)</i> | 61 |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Pengolahan Awal Limbah Cair Industri PT. SIER Dengan Metode Elektrofotasi (EF)” tepat pada waktunya. Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Dalam penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. dan Andrew J., ST.,MT., IPM., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan banyak masukan, bimbingan, dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
2. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D. IPM; Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T; dan Maria Yuliana, ST., Ph.D., selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan dalam penelitian ini.
3. Ir, Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Sandy Budi Hartono, M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
5. Shella P. Santoso, S.T., Ph.D. selaku Ketua Labotarium Teknologi Bioproses; Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si, selaku Ketua Labotarium Kimia Analisa; Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M. Phil., Ph.D., IPM. Selaku ketua Laboratorium Proses yang telah memberi kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat-alat di labotarium.
6. Bapak Novi Triono selaku laboran pada Labotarium Kimia Analisa, Bapak Hadi Pudjo Kuncoro selaku laboran pada Labotarium Proses serta Bapak Agus selaku laboran pada Laboratorium Teknologi Bioproses, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian ini.
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini.
8. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan, baik secara materi maupun non-materi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan secara satu persatu.

Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dan bagi pembaca.

Surabaya, 10 Juni 2019

Penulis

INTISARI

Seiring pesatnya perkembangan industri modern, masalah lingkungan semakin hari semakin meningkat. Diantara berbagai macam bentuk polusi, pencemaran air berdampak serius terhadap kehidupan kita sehari-hari, karena air adalah salah satu elemen paling penting untuk mempertahankan kelangsungan hidup manusia. Beberapa tahun belakangan ini banyak muncul industri yang mengolah minyak nabati dan industri *laundry*. Limbah dari industri minyak nabati dan *laundry* ini mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang cukup tinggi seperti fosfat, surfaktan, hidrokarbon, ammonia, minyak nabati, garam, padatan terlarut dan tak terlarut, kekeruhan air, nilai BOD₅, COD, serta TSS yang tinggi. Salah satu metode pengolahan limbah cair dari industri minyak nabati dan *laundry* yaitu metode elektroflotasi (EF).

Pada penelitian ini dilakukan proses elektroflotasi yang dapat menurunkan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang terdapat dalam limbah cair industri. Pada metode elektroflotasi ini dilakukan beberapa variasi tegangan listrik yaitu 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, dan 32,5 volt dan variasi waktu kontak antara limbah cair dan elektroda yaitu 20 menit, 40 menit, dan 60 menit. Pengukuran COD pada waktu dan tegangan listrik tertentu, dilakukan dengan metode volumetri yang menggunakan kalium bikromat (K₂Cr₂O₇) sebagai oksidator. Sedangkan pada pengukuran TSS dengan menggunakan metode gravimetri. Pada penelitian ini dilakukan juga uji bakteri menggunakan metode *Standard Plate Count* (SPC) untuk mengetahui jumlah bakteri yang terdapat dalam limbah cair industri sebelum dan sesudah dilakukan elektroflotasi.

Hasil penelitian menunjukkan limbah cair industri yang diuji menggunakan metode EF dengan tegangan listrik sebesar 32,5 volt dan waktu kontak selama 60 menit menunjukkan hasil penurunan nilai COD dan TSS yang tinggi. COD mengalami penurunan dari 236,66 mg/L menjadi 24,56 mg/L atau sebesar 90%. Sedangkan TSS mengalami penurunan nilai dari 187 mg/L menjadi 34,33 mg/L atau sebesar 81,64%. Pada tegangan listrik sebesar 19 volt dan dengan waktu kontak 20 menit didapatkan hasil penurunan koloni bakteri dari $4,7 \times 10^4$ $\frac{\text{koloni bakteri}}{\text{ml sampel}}$ menjadi $4,03 \times 10^3$ $\frac{\text{koloni bakteri}}{\text{ml sampel}}$ atau sebesar 91,42%.

ABSTRACT

Along with the rapid development of modern industry, environmental problems are increasing. Among various forms of pollution, water pollution has a serious impact on our daily lives, because water is one of the most important elements to maintain human survival. In recent years there have been many industries that process vegetable oils and the laundry industry. The waste from the vegetable oil and laundry industry contains chemicals with high concentrations such as phosphate, surfactant, hydrocarbons, ammonia, vegetable oil, salt, dissolved and non-dissolved solids, water turbidity, high BOD₅, COD and TSS values. One method of processing wastewater from the vegetable and laundry oil industry is the electroflotation (EF) method.

In this study an electroplotation process was carried out which could reduce the chemical oxygen demand (COD) and total suspended solid (TSS) content found in industrial wastewater. In this electroflotation method several voltage variations were carried out, namely 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, and 32.5 volts and variations in contact time between liquid waste and electrodes were 20 minutes, 40 minutes, and 60 minutes. COD measurements at certain times and electrical voltages were carried out by the volumetric method using potassium bicarbonate ($K_2Cr_2O_7$) as an oxidizer. Whereas in TSS measurements using the gravimetric method. In this study, a bacterial test was also carried out using the standard plate count (SPC) method to determine the number of bacteria found in industrial wastewater before and after electroflotation.

The results showed that industrial wastewater was tested using the EF method with a variation of the electrical voltage of 32.5 volts and the contact time for 60 minutes showed the maximum reduction in COD and TSS values. COD has decreased from 236.66 mg/L to 24.56 mg/L or by 90%. While TSS has decreased in value from 187 mg/L to 34.33 mg/L or 81.64%. At an electricity voltage of 19 volts and with a contact time of 20 minutes, the result of the decrease in bacterial colonies from 4.7×10^4 to 4.03×10^3 or 91.42%.