

SKRIPSI

**OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI DENGAN
VARIASI KONSENTRASI ELEKTROLIT DAN ARUS
TERHADAP KONSUMSI ENERGI DAN KUALITAS HASIL
PENGOLAHAN AIR BAKU**



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah
Skripsi dan Publikasi Ilmiah Program Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi**

Oleh :

Zaidan Rasyid

062240412344

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI DENGAN VARIASI
KONSENTRASI ELEKTROLIT DAN ARUS TERHADAP KONSUMSI
ENERGI DAN KUALITAS HASIL PENGOLAHAN AIR BAKU**

OLEH :

ZAIDAN RASYID

0622 4041 2344

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I



Nurul Kholidah, S.ST., M.T.
NUPTK 9456770671230253

Pembimbing II



Ida Febriana S.Si., M.T.
NUPTK 4558764665230952

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Kimia**



Tahdid, S.T., M.T.
NIP 197201131997021001

**Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi**



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP 197804032012122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139 Telp (0711) 353414
Fax. 0711-355918, Email : kimia@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zaidan Rasyid
NIM : 062240412344
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Optimasi proses elektrokoagulasi dengan variasi konsentrasi elektrolit dan arus terhadap konsumsi energi dan kualitas hasil pengolahan air baku, tidak mengandung unsur 'PLAGIAT' sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2026

Pembimbing I,

Nurul Kholidah, S.T., M.T.
NUPTK 9456770671230253

Penulis,

Zaidan Rasyid
NIM 062240412344

Pembimbing II,

Ida Febriana, S.Si., M.T.
NUPTK 4558764665230952





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ENERGI

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139

Telp.0711-353414, Laman : <http://polsri.ac.id>. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji

di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

Pada Tanggal 1 Juli 2026

Tim Penguji:

1. Tahdid, S.T., M.T.

NUPTK. 9445750651130062

2. Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.Si.

NUPTK. 30377396402301113

3. Rima Daniar, S.ST., M.T.

NUPTK. 9554770671230322

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP. 197804032012122002



ABSTRAK

OPTIMASI PROSES ELEKTROKOAGULASI DENGAN VARIASI KONSENTRASI ELEKTROLIT DAN ARUS TERHADAP KONSUMSI ENERGI DAN KUALITAS HASIL PENGOLAHAN AIR BAKU

(Zaidan Rasyid, 2026: 89 halaman, 8 tabel, 27 gambar)

Peningkatan kebutuhan air bersih mendorong pengembangan teknologi pengolahan air yang lebih efisien dibandingkan koagulasi konvensional. Elektrokoagulasi merupakan salah satu metode yang berpotensi menghasilkan kualitas air yang baik dengan konsumsi bahan kimia yang lebih rendah, namun keberhasilannya dipengaruhi oleh kondisi operasi, terutama arus listrik dan konsentrasi elektrolit. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi arus listrik dan konsentrasi elektrolit NaCl terhadap konsumsi energi spesifik (*Specific Energy Consumption* / SEC) dan kualitas hasil pengolahan air baku Sungai Musi, serta menentukan kondisi operasi optimum menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan *Central Composite Design* (CCD) tipe *Face-Centered*. Penelitian dilakukan menggunakan variasi arus listrik 0,04; 0,10; dan 0,15 A serta konsentrasi NaCl 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; dan 0,05 g/L, sehingga diperoleh 15 kombinasi percobaan. Parameter yang dianalisis meliputi SEC, turbiditas, warna, pH, konduktivitas, *Total Dissolved Solids* (TDS), serta optimasi numerik menggunakan perangkat lunak Design Expert 13. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap konsumsi energi dan kualitas hasil pengolahan. Analisis ANOVA menunjukkan model *Two-Factor Interaction* (2FI) merupakan model terbaik untuk respons SEC, dimana arus listrik, konsentrasi elektrolit, serta interaksi keduanya berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi. Pada parameter kualitas air, turbiditas awal sebesar 107 NTU berhasil diturunkan menjadi 2,82–14 NTU dengan efisiensi penyisihan 86,92–97,36%. Warna air berhasil diturunkan dari 20 TCU menjadi 1–20 TCU, sedangkan pH tetap berada pada kisaran netral 7,21–7,35. Nilai konduktivitas hasil pengolahan berada pada rentang 116,1–192,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan TDS berkisar 51,8–88,7 mg/L. Berdasarkan hasil optimasi, kondisi operasi optimum diperoleh pada arus listrik sebesar 0,085 A dan konsentrasi elektrolit sebesar 0,010 g/L dengan nilai

desirability sebesar 0,556. Pada kondisi tersebut diprediksi diperoleh nilai SEC sebesar 0,261 kWh/m³, turbiditas 7,17 NTU, pH 7,34, konduktivitas 117,72 µS/cm, TDS 54,13 mg/L, warna 5,64 TCU, IR *Drop* sebesar $3,58 \times 10^{-5}$ V, dan tegangan 16,54 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan arus listrik meningkatkan efektivitas pembentukan koagulan sehingga menghasilkan kualitas air yang lebih baik, sedangkan penambahan elektrolit berperan meningkatkan konduktivitas larutan sehingga menurunkan hambatan listrik dan meningkatkan efisiensi energi. Dengan demikian, elektrokoagulasi berpotensi menjadi alternatif maupun pelengkap proses koagulasi konvensional pada pengolahan air baku.

Kata kunci: elektrokoagulasi, *Specific Energy Consumption*, *Response Surface Methodology*, *Central Composite Design*, NaCl, air baku.

ABSTRACT
OPTIMIZATION OF THE ELECTROCOAGULATION PROCESS USING
VARIATIONS IN ELECTROLYTE CONCENTRATION AND ELECTRIC
CURRENT ON ENERGY CONSUMPTION AND *RAW WATER*
TREATMENT PERFORMANCE

(Zaidan Rasyid, 2026: 89 pages, 8 tables, 27 pictures)

The increasing demand for clean water has encouraged the development of water treatment technologies that are more efficient than conventional coagulation. Electrocoagulation is one of the promising methods capable of producing high-quality treated water while requiring lower chemical consumption. However, its performance is strongly influenced by operating conditions, particularly electric current and electrolyte concentration. This study aimed to analyze the effects of electric current and sodium chloride (NaCl) electrolyte concentration on Specific Energy Consumption (SEC) and the quality of treated *raw water* from the Musi River, as well as to determine the optimum operating conditions using Response Surface Methodology (RSM) with a Face-Centered Central Composite Design (CCD). The experiments were conducted using electric currents of 0.04, 0.10, and 0.15 A and NaCl concentrations of 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, and 0.05 g/L, resulting in 15 experimental combinations. The analyzed parameters included SEC, turbidity, color, pH, conductivity, *Total Dissolved Solids* (TDS), and *Numerical Optimization* using *Design-Expert® 13 software*. The results indicated that electric current was the most influential factor affecting both energy consumption and treatment performance. *Analysis of Variance* (ANOVA) demonstrated that the *Two-Factor Interaction* (2FI) model was the most appropriate model for the SEC response, in which electric current, electrolyte concentration, and their interaction significantly affected energy consumption. Regarding water quality, the initial turbidity of 107 NTU was reduced to 2.82–14 NTU, corresponding to a removal efficiency of 86.92–97.36%. Water color was reduced from 20 TCU to 1–20 TCU, while pH remained within the neutral range of 7.21–7.35. The conductivity of the treated water ranged from 116.1 to 192.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, whereas TDS *values* ranged from 51.8 to 88.7 mg/L. Based on the optimization results, the optimum operating conditions

were achieved at an electric current of 0.085 A and an electrolyte concentration of 0.010 g/L, with a *desirability value* of 0.556. Under these conditions, the *Predicted* responses were an SEC of 0.261 kWh/m³, turbidity of 7.17 NTU, pH of 7.34, conductivity of 117.72 μ S/cm, TDS of 54.13 mg/L, color of 5.64 TCU, an IR *Drop* of 3.58×10^{-5} V, and a voltage of 16.54 V. The findings indicate that increasing the electric current enhances the formation of coagulant species, resulting in improved water quality, while the addition of electrolyte increases solution conductivity, thereby reducing electrical resistance and improving energy efficiency. Therefore, electrocoagulation has considerable potential as an alternative or complementary process to conventional coagulation in *raw water* treatment.

Keywords: electrocoagulation, Specific Energy Consumption, Response Surface Methodology, Central Composite Design, NaCl, *raw water*.

MOTTO

“Berjalanlah di jalanmu sendiri, setiap orang memiliki jalannya masing-masing dengan titik mulai yang berbeda. Jangan pernah iri dengan orang lain karena kita tak tahu apa yang telah mereka lalui selama ini”

“Hidup kita ditakdirkan penuh dengan perubahan” – Jin Sheng Yuan

“Impian ada di tengah peluh, bagai bunga yang mekar secara perlahan, usaha keras itu tak akan mengkhianati” – Shonichi, JKT48

“Tetaplah melangkah ke depan dan hilangkan rasa putus asa, entah berapa kali kau kehilangan sesuatu, kau harus tetap hidup” – Kamado Tanjiro no Uta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. Karena atas rahmat dan karunianya-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Optimasi Proses Elektrokoagulasi Dengan Variasi Konsentrasi Elektrolit Dan Arus Terhadap Konsumsi Energi Dan Kualitas Hasil Pengolahan Air Baku. Skripsi ini dibuat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV) Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi. Penulis menyusun skripsi ini berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Mei – Juni 2026.

Selama melaksanakan dan penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung dan tidak langsung Untuk itu, dengan kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Isnandar Yunanto, S.S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu Nurul Kholidah, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan terkait skripsi yang penulis kerjakan serta membimbing dalam penyusunan laporan ini.
7. Ibu Ida Febriana, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan terkait skripsi yang penulis kerjakan serta membimbing dalam penyusunan laporan ini.
8. Bapak Ir. Sahrul Effendy A, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas 8 EGA Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Segenap Bapak dan Ibu beserta seluruh Staff Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

10. Bapak Muhammad Sazili selaku Analis Laboratorium IPA 3 Ilir yang telah bersedia untuk bermitra dalam menjalankan penelitian terapan di IPA 3 Ilir Perumda Tirta Musi Palembang.
11. Bapak Zainal Abidin, S.Ag., M.Pd., dan Ibu Ena Sepriana serta Zharifah Mawaddah dan Zahran Rasyid yang telah mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi sampai sarjana.
12. Tim Elektrokoagulasi yaitu Tyo, Arya, Ilham dan Rifqy yang bersama-sama dalam mengerjakan proyek penelitian terapan ini
13. Kelas 8 EGA 2022 yang bersama-sama melewati perjalanan panjang penuh cerita saling memberikan dukungan dan motivasi selama pengerjaan Skripsi
14. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan memahami keterbatasan yang ada, Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, masukan dan saran dari pembaca sangat diharapkan sebagai perbaikan di kemudian hari. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pihak yang membacanya.

Palembang, Maret 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Rumusan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1. Air Baku.....	6
2.1.2 Definisi dan Prinsip Kerja Elektrokoagulasi.....	7
2.1.3 Mekanisme Elektrokoagulasi.....	10
2.1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Elektrokoagulasi.....	16
2.1.5 Analisis Konsumsi Energi.....	24
2.1.6 <i>Central Composite Design</i>	27
2.2 Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.2 Bahan dan Alat.....	33
3.2.1 Bahan	33
3.2.2 Alat.....	33
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	34

3.3.1 Perlakuan Penelitian.....	34
3.3.2 Variabel Penelitian.....	34
3.4. Pengamatan	35
3.5. Prosedur Penelitian.....	36
3.5.1 Persiapan Bahan Baku	36
3.5.2 Proses Elektrokoagulasi	36
3.5.3 Analisis Turbiditas (APHA-AWWA 2130 Turbidity (B), 2017 ed 23 rd).....	37
3.5.4 Analisis pH (APHA-AWWA 4500 H ⁺ pH <i>Value</i> (B) 2017 ed 23 rd)	37
3.5.5 Analisis <i>Conductivity</i> dan <i>Total Dissolved Solid</i> (SNI 06-6989.1-2004)	38
3.5.6 Analisis Warna (APHA-AWWA 2120 Color (B) 2017)	38
3.5.7 Optimasi Menggunakan <i>Central Composite Design</i> Face Centered	38
3.5.8. Diagram Penelitian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.2 Pembahasan.....	43
4.2.1 Pengaruh Arus dan Konsentrasi Elektrolit terhadap Konsumsi Energi	43
4.2.2 Hasil Pengolahan Air Baku.....	51
4.2.3 <i>Techoeconomic</i>	62
4.2.4 Optimasi dengan <i>Central Composite Design</i>	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN I	89
LAMPIRAN II.....	93
LAMPIRAN III	97
LAMPIRAN IV	103

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Bahan yang Digunakan	33
3.2 Alat yang Digunakan.....	33
3.3 Variabel Tetap	34
3.4 Variabel Bebas	34
3.5 Variabel Terikat	34
3.6 Parameter, Satuan, Metode dan Alat Pengujian.....	36
4.1 Kondisi Operasi dan Konsumsi Energi Proses Elektrokoagulasi	42
4.2 Kualitas Hasil Pengolahan dari Proses Elektrokoagulasi.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Prinsip Kerja Elektrokoagulasi	8
2.2 Struktur <i>Electrical Double Layer</i> (EDL)	10
2.3 Diagram Skema Netralisasi Muatan.....	12
2.4 Model Patch Elektrostatis dari Mekanisme Netralisasi Muatan.....	13
2.5 Skema Mekanisme <i>Bridging</i>	13
2.6 Skema Diagram dari Mekanisme Sweep Flocculation	14
2.7 <i>Central Composite Design</i>	29
4.1 Air Hasil Pengolahan Elektrokoagulasi	41
4.2 Pengaruh Variasi Arus Listrik Dan Konsentrasi Elektrolit Terhadap Nilai <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC)	43
4.3 Pengaruh Variasi Arus Listrik Dan Konsentrasi Elektrolit Terhadap Tegangan	46
4.4 Pengaruh Variasi Arus Listrik Dan Konsentrasi Elektrolit Terhadap Nilai <i>IR Drop</i>	48
4.5 Pengaruh Arus dan Konsentrasi Elektrolit terhadap Elektroda Terlarut.....	49
4.6 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus terhadap Turbiditas	50
4.7 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus terhadap pH.....	54
4.8 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus terhadap Konduktivitas Larutan	57
4.9 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus terhadap TDS	59
4.10 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus terhadap Warna.....	61
4.11 Pengaruh Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus terhadap Biaya Operasional dan Perbandingan dengan Koagulan Aluminium Sulfat.....	64
4.12 Contoh <i>Fit Summary</i>	68
4.13 Nilai Sequential <i>p-value</i> untuk masing-masing respon.....	68
4.14 <i>Adjusted</i> dan <i>Predicted R²</i> pada Respon	69
4.15 Perbandingan nilai <i>F-value</i> faktor arus listrik dan konsentrasi elektrolit terhadap masing-masing respons	71
4.16 Perbandingan nilai <i>p-value</i> model regresi untuk setiap respons	72
4.17 Tampilan Design Expert 13 untuk Optimasi Numerik	76
4.18 <i>Ramp Graph</i> Hasil Optimasi Numerik.....	78
4.19 Plot Kontur Optimasi Numerik Bagian 1	81
4.20 Plot Kontur Optimasi Numerik Bagian 2.....	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I Data Pengamatan	89
II Perhitungan.....	93
III Dokumentasi	97
IV Surat-Surat	103