ANALISIS KINERJA METODE ELEKTROKOAGULASI DENGAN PELAT ALUMINIUM BERLUBANG DALAM PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY*

SYANIA DESTYA RAHMI
H1021211032

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

ANALISIS KINERJA METODE ELEKTROKOAGULASI DENGAN PELAT ALUMINIUM BERLUBANG DALAM PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY*

SYANIA DESTYA RAHMI
H1021211032

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Analisis Kinerja Metode Elektrokoagulasi dengan Pelat Aluminium Berlubang dalam Pengolahan Limbah *Laundry*
Nama Mahasiswa	: Syania Destya Rahmi
NIM	: H1021211032
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	: 31 Juli 2025
SK Pembimbing	: No. 4209/UN22.8/TD.06/2024/11 Desember 2024
SK Penguji	: No. 2330/UN22.8/TD.06/2025/18 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Asifa Asri, S.Si., M.Si.	Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.
NIP199006052022032010	NIP198107302005011002

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Hasanuddin, S.Si., M.Si., Ph.D.	Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc.
NIP198412162008121003	NIP198206082008122001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Asifa Asri, S.Si., M.Si.	Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.
NIP199006052022032010	NIP198107302005011002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syania Destya Rahmi

NIM : H1021211032

Program Studi/ Jurusan : Fisika/Fisika

Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini *tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri* Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 31 Juli 2025



Syania Destya Rahmi
NIM H1021211032

Analisis Kinerja Metode Elektrokoagulasi dengan Pelat Aluminium Berlubang dalam Pengolahan Limbah *Laundry*

Abstrak

Air limbah *laundry* mengandung berbagai polutan seperti fosfat, deterjen, dan padatan tersuspensi yang dapat mencemari lingkungan perairan. Salah satu metode pengolahan limbah yang efektif adalah elektrokoagulasi, yang memanfaatkan reaksi elektrokimia untuk membentuk flok yang dapat mengendapkan polutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja metode elektrokoagulasi dengan pelat aluminium berlubang dalam menurunkan kadar kekeruhan, fosfat (PO_4), serta deterjen pada air limbah *laundry*. Metode yang digunakan melibatkan penggunaan elektroda aluminium berlubang (20 lubang berdiameter 5 mm) dan tidak berlubang, dengan tegangan 12 V dan arus 3 A selama 180 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelat berlubang lebih efektif dibandingkan pelat tanpa lubang. Nilai kekeruhan menurun dari 61,37 NTU menjadi 4,35 NTU pada pelat berlubang dengan efisiensi penurunan hingga 92,91%, sedangkan pada pelat tanpa lubang hanya turun menjadi 5,87 NTU (efisiensi 90,43%). Kandungan fosfat (PO_4) juga menurun lebih signifikan pada pelat berlubang (hingga 0,736%) dibandingkan pelat tanpa lubang (0,760%). Konsumsi energi listrik pada pelat berlubang lebih rendah, yaitu 11,98 kWh/m³, dibandingkan pelat tanpa lubang sebesar 12,45 kWh/m³. Penggunaan pelat berlubang meningkatkan pelepasan ion Al^{3+}, pembentukan flok, dan efisiensi proses secara keseluruhan. Dengan demikian, metode elektrokoagulasi menggunakan pelat aluminium berlubang terbukti lebih efektif dan efisien dalam mengolah air limbah laundry dibandingkan pelat tanpa lubang.

Kata kunci: Elektrokoagulasi, pelat aluminium berlubang, fosfat, kekeruhan, air limbah *laundry*.

Performance Analysis of the Electrocoagulation Method Using Perforated Aluminum Plates in Laundry Wastewater Treatment

Abstract

Laundry wastewater contains various pollutants such as phosphates, detergents, and suspended solids that can contaminate aquatic environments. One effective treatment method is electrocoagulation, which utilizes electrochemical reactions to form flocs that can settle pollutants. This study aims to analyze the performance of the electrocoagulation method using perforated aluminum plates in reducing turbidity, phosphate (PO_4) content, and detergent. The method involved using perforated aluminum electrodes (20 holes with a diameter of 5 mm) and non-perforated electrodes, operated at 12 V and 3 A for 180 minutes. The results showed that the perforated plate was more effective than the non-perforated plate. Turbidity decreased from 61.37 NTU to 4.35 NTU with a removal efficiency of 92.91% using the perforated plate, while the non-perforated plate reduced turbidity to 5.87 NTU (90.43% efficiency). The phosphate (PO_4) content also decreased more significantly with the perforated plate (to 0.736%) compared to the non-perforated plate (0.760%). The electrical energy consumption was lower with the perforated plate, at 11.98 kWh/m³, compared to 12.45 kWh/m³ with the non-perforated plate. The use of perforated plates enhances the release of Al^{3+} ions, floc formation, and overall process efficiency. Thus, the electrocoagulation method using perforated aluminum plates has proven to be more effective and efficient in treating laundry wastewater compared to non-perforated plates.

Keywords: *Electrocoagulation, perforated aluminum plate, phosphate, turbidity, laundry wastewater.*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul **''Analisis Kinerja Metode Elektrokoagulasi dengan Pelat Aluminium Berlubang dalam Pengolahan Limbah *Laundry*''** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima ksih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Ahmad Jati dan Ibu Fatimah Ayu yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Asifa Asri, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I, yang selalu meluangkan waktu, ilmu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan dan saran serta masukkan yang sangat berarti selama penyusun skripsi ini.
3. Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II, yang selalu meluangkan waktu, ilmu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan dan serta masukkan yang sangat berarti selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Hasanuddin, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen penguji I, yang telah memberikan kritik, saran serta masukkan yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.
5. Ibu Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji II, yang telah memberikan kritik, saran serta masukkan yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.
6. Ibu Mega Nurhanisa, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen dan staf akademik yang telah mendidik dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
8. Adik kandung penulis yaitu Muhammad Opick yang selalu memberikan dukungan.

9. Teman-teman penulis yaitu Hadiati dan Aria Andreas Ajibun, yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama proses pengerjaan skripsi ini.
10. Keluarga besar PHYXXIS (Fisika Angkatan 2021) yang telah membersamai penulis dari maba hingga menyelesaikan perkuliahan.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah terlibat dalam penyelesaian skripsi ini terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Pontianak, 31 Juli 2025

Syania Destya Rahmi
NIMH1021211032

DAFTAR ISI

ABSTRAK..... iv
PRAKATA..... vi
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR GAMBAR..... x
DAFTAR TABEL..... xi
DAFTAR LAMPIRAN..... xii
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Rumusan Masalah..... 3
1.3 Batasan Masalah..... 3
1.4 Tujuan Penelitian..... 3
1.5 Manfaat Penelitian..... 4
BAB II DASAR TEORI..... 5
2.1 Pencemaran Akibat Air Limbah *Laundry*..... 5
2.2 Karakteristik Air Limbah *Laundry*..... 6
2.2.1 Kekeruhan..... 6
2.2.2 Fosfat..... 7
2.2.3 Deterjen..... 7
2.3 Metode Elektrokoagulasi..... 8
2.3.1 Prinsip Dasar Elektrokoagulasi..... 8
2.3.2 Jenis Pelat Elektroda..... 9
2.3.3 Elektrolisis..... 10
2.3.4 Konsumsi Energi Listrik..... 11
2.4 Metode Karakterisasi Senyawa pada Limbah *Laundry* Menggunakan X-ray Fluorescence..... 11
2.5 Standar Baku Mutu Air Limbah..... 12
BAB III METODOLOGI..... 15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... 15
3.2 Alat dan Bahan..... 15
3.3 Prosedur Kerja..... 15

3.3.1 Proses Preparasi Pembuatan Alat……... 15
3.3.2 Proses Pengambilan Sampel…… 16
3.3.3 Proses Elektrokoagulasi……. 16
3.3.4 Proses Pengujian Limbah *Laundry*…….. 17
3.4 Rangkaian Alat…… 18
3.5 Diagram Alir Penelitian……. 19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN……. 20
4.1. Kondisi Limbah *Laundry* Setelah Proses Elektrokoagulasi Secara Kualitatif..... 20
4.4.1 Hasil Uji Parameter Kekeruhan..... 22
4.2 Kandungan Fosfat dan $Al(OH)_3$ Berdasarkan Hasil XRF..... 24
4.2.1 1 Hasil Uji Parameter Fosfat PO_4..... 24
4.2.2 Hubungan Kandungan $Al(OH)_3$ Terhadap Penurunan PO_4..... 26
4.2.3 Analisis Hubungan $Al(OH)_3$ dan PO_4..... 27
4.3 Masa Anoda Terlarut..... 28
4.4 Tingkat Konsumsi Energi Listrik..... 29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN……. 31
5.1 Kesimpulan……. 31
5.2 Saran……... 31
DAFTAR PUSTAKA…… 32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pencemaran air limbah *laundry*.....	6
Gambar 2.2	Proses elektrokoagulasi.....	9
Gambar 3.1	Lokasi pengambilan sampel.....	16
Gambar 2.2	Rangkaian alat.....	18
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 4.1	(a). Sampel air limbah *laundry* sebelum proses elektrokoagulasi (b). Setelah proses elektrokoagulasi dengan pelat tanpa lubang (c). Setelah proses elektrokoagulasi dengan pelat berlubang.....	21
Gambar 4.2	(a). Setelah proses elektrokoagulasi dengan pelat tanpa lubang (b). Setelah proses elektrokoagulasi dengan pelat berlubang.....	22
Gambar 4.3	Grafik hasil uji kekeruhan terhadap waktu elektrokoagulasi.....	23
Gambar 4.4	Grafik penurunan konsentrasi PO_4 terhadap waktu elektrokoagulasi.....	24
Gambar 4.5	Grafik $Al(OH)_3$ terhadap waktu elektrokoagulasi.....	26
Gambar 4.6	Grafik gabungan $Al(OH)_3$ dan PO_4.....	27
Gambar 4.7	Grafik tingkat konsumsi energi listrik.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar baku mutu air limbah……...13
Tabel 4. 1 Kandungan senyawa pada air limbah *laundry*. 18
Tabel 4. 2 Hasil massa anoda terlarut. 26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan.....31
Lampiran 2. Dokumentasi.....33

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air limbah *laundry* termasuk salah satu jenis limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas mencuci pakaian menggunakan deterjen, pelembut, serta bahan kimia lainnya. Pesatnya pertumbuhan usaha *laundry* di masyarakat sering kali diiringi dengan pembuangan limbah cair langsung ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan, sehingga menimbulkan potensi pencemaran terhadap lingkungan sekitar. Limbah ini mengandung berbagai polutan seperti lemak, senyawa organik, fosfat, dan surfaktan yang sulit terurai secara alami yang jika dibuang dalam jumlah berlebih dapat merusak ekosistem perairan (Gemala and Oktarizal, 2019).

Laundry merupakan salah satu usaha rumah tangga yang mengalami pertumbuhan pesat dan bergerak dalam layanan pencucian. Kandungan deterjen dalam limbah *laundry* dapat menimbulkan pembentukan busa berlebihan di perairan, menurunkan kadar oksigen terlarut, dan berdampak buruk pada ekosistem air. Selain itu, fosfat yang berasal dari bahan tambahan dalam deterjen dapat memicu eutrofikasi, yang menyebabkan pertumbuhan alga berlebih dan menurunkan kualitas air. Sementara itu, tingginya kadar TSS dapat meningkatkan kekeruhan air, menghambat penetrasi cahaya, serta mengganggu kehidupan organisme akuatik (Tenny Rizki Kurniati, 2021).

Usaha *laundry* memberikan manfaat yang besar bagi perekonomian, seperti membantu mengurangi pengangguran dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat di sekitarnya. Namun, aktivitas *laundry* juga berdampak negatif terhadap lingkungan, khususnya meningkatkan pencemaran air di kawasan permukiman. Salah satu penyebab pencemaran lingkungan adalah pembuangan air limbah langsung ke alam. Limbah yang berasal dari aktivitas domestik (rumah tangga) maupun industri yang dibuang ke badan air dapat mencemari lingkungan jika kualitasnya tidak memenuhi standar baku mutu air limbah. Contohnya adalah limbah *laundry* yang dibuang langsung ke badan air tanpa pengolahan terlebih

dahulu. Pembuangan limbah cair domestik langsung ke badan air dapat menurunkan kualitas air, yang pada akhirnya memengaruhi ekosistem akuatik dan kesehatan (Farahdiba, 2023).

Salah satu metode yang telah terbukti efektif dalam menangani polutan dari limbah *laundry* adalah elektrokoagulasi, yaitu proses koagulasi menggunakan elektroda yang dialiri listrik untuk menghasilkan flok yang dapat mengikat dan mengendapkan polutan. Metode ini memiliki berbagai keunggulan dibandingkan metode konvensional, seperti tidak memerlukan bahan kimia tambahan, memiliki efisiensi tinggi dalam menghilangkan kontaminan, serta menghasilkan lumpur yang lebih mudah diolah. Dengan kelebihan ini, elektrokoagulasi menjadi pilihan yang potensial untuk diterapkan dalam pengolahan limbah *laundry*, terutama dalam skala industri kecil hingga menengah. Jumlah lubang pada elektroda dapat memengaruhi berbagai aspek dalam proses elektrokoagulasi, seperti luas area aktif elektroda, distribusi medan listrik dalam larutan, serta pola aliran air di dalam reaktor. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami analisis kinerja metode elektrokoagulasi dengan pelat aluminium berlubang dalam pengolahan limbah *laundry*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji analisis kinerja metode elektrokoagulasi dengan pelat aluminium berlubang dalam pengolahan limbah *laundry* elektroda yang digunakan berupa pelat berlubang dengan diameter 5 mm, yang berdasarkan penelitian sebelumnya telah terbukti optimal (Kornelia, 2023). Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengembangkan desain optimal elektroda berlubang untuk aplikasi elektrokoagulasi. Dengan perbaikan desain, efisiensi elektrokoagulasi dalam pengolahan limbah *laundry* dapat ditingkatkan, sehingga prosesnya menjadi lebih efektif, hemat energi, dan lebih ramah lingkungan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat dijadikan referensi bagi industri *laundry* dan pengolahan limbah dalam menentukan konfigurasi elektroda yang paling efisien untuk mengurangi kandungan polutan dalam air limbah.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pelat aluminium berlubang terhadap kinerja metode elektrokoagulasi dalam mengolah limbah *laundry*?
2. Sejauh mana efisiensi metode elektrokoagulasi dengan pelat berlubang dan tidak berlubang dalam menurunkan parameter pencemar pada limbah *laundry* seperti kekeruhan, fosfat dan kandungan deterjen?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah air yang akan diteliti yaitu:

1. Sampel air limbah yang digunakan berasal dari aktivitas industri *laundry* di salah satu *laundry* yang berlokasi di Jalan Desa Kapur, Gg. H Ali Amin No. 1 Kabupaten Kubu Raya.
2. Parameter uji yang dianalisis dalam penelitian ini mencakup kadar fosfat (PO_4), kekeruhan, serta kandungan deterjen dalam air limbah.
3. Variasi yang diguanakan pelat berlubang dan tidak berlubang dengan diameter lubang pada pelat 5 mm dan ukuran pelat (panjang 20 × lebar 10 × tebal 0,25 cm).
4. Elektroda yang digunakan adalah pelat aluminium.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja metode elektrokoagulasi dengan pelat aluminium berlubang dalam pengolahan limbah *laundry* terutama dalam mengurangi kandungan fosfat, kekeruhan dan deterjen.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai analisis kinerja metode elektrokoagulasi dengan pelat aluminium berlubang dalam pengolahan limbah *laundry*. Serta penelitian ini di harapkan dapat menjadi referensi bagi usaha *laundry* dalam menerapkan dan mengembangkan metode pengolahan limbah yang efisien dan ramah lingkungan.