

**PENGARUH PENAMBAHAN ELEKTROLIT NaCl
TERHADAP PENURUNAN KADAR Zn DAN Pb PADA AIR
BALAS MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI



Oleh :

NAUFAL SYARIF ARDYANTO

NPM 21034010093

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

**PENGARUH PENAMBAHAN ELEKTROLIT NaCl
TERHADAP PENURUNAN KADAR Zn DAN Pb PADA AIR
BALAS MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

NAUFAL SYARIF ARDYANTO
NPM 21034010093

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN
PENGARUH PENAMBAHAN ELEKTROLIT NaCl
TERHADAP PENURUNAN KADAR Zn DAN Pb PADA AIR
BALAS MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Disusun Oleh:



Naufal Syarif Ardyanto
NPM. 21034010093

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT
NIP./NPT. 19901001 202406 2001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

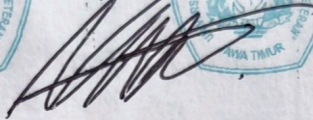


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN ELEKTROLIT NaCl TERHADAP PENURUNAN KADAR Zn DAN Pb PADA AIR BALAS MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Disusun Oleh:



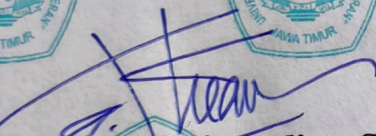
Naufal Syarif Ardyanto

NPM. 21034010093

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Prodi Ilmu
Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Tenku Umar
(Terakreditasi Sinta 5)**

Menyetujui,

Pembimbing

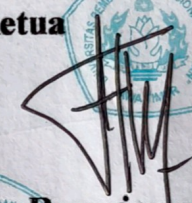


Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT

NIP./NPT. 19901001 202406 2001

TIM PENGUJI

1. Ketua



Firra Rosariawari, S.T., M.T.

NIP./NPT. 19750409 202121 2004

2. Anggota



Aussie Amalia, ST., MSc.

NIP./NPT. 172 1992 1124 059

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Prof. Dr. Dra. Jarayah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

PENGARUH PENAMBAHAN ELEKTROLIT NaCl TERHADAP PENURUNAN KADAR Zn DAN Pb PADA AIR BALAS MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Disusun Oleh:


Naufal Syarif Ardyanto
NPM 21034010093

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 26 November 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2004


Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naufal Syarif Ardyanto
NPM : 21034010093
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 28 November 2025

Yang Membuat Pernyataan



Naufal Syarif Ardyanto
NPM 21034010093

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga proses penelitian dan penyusunan skripsi berjudul **“Pengaruh Penambahan NaCl Terhadap Penurunan Kadar Zn dan Pb Pada Air Balas Menggunakan Metode Elektrokoagulasi”** dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Penulis berharap karya ilmiah ini dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, serta dapat memberikan manfaat sebagai sumber pengetahuan bagi para pembaca. Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur serta dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan banyak pengarahan, motivasi dan masukannya untuk penyelesaian penelitian skripsi ini.
3. Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, serta dukungan yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Kesabaran, ketelitian, dan waktu yang telah beliau luangkan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan karya Skripsi ini dengan baik.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan dan Staf Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan segenap ilmunya selama perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta serta keluarga besar yang tiada henti memberikan Do’a, kasih sayang, motivasi serta dukungan yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.

6. Teman-teman Teknik Lingkungan 2021 yang telah memberikan semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan Apeng, Ipeng, Uje, Pedro, Pawas, Omib, Cocis, Arhab, Madkoso, Argia, Faiq, Satria, Kresna, Farhan perjalanan ini tidak akan pernah sama tanpa kehadiran teman-teman seperjuangan yang menjadi saksi tawa, keluh, perjuangan, hingga rasa lega saat bab terakhir selesai. Terima kasih telah hadir sebagai keluarga yang menopang langkah, menguatkan mental, dan menemani hingga garis akhir.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 12 Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Air Balas	4
2.1.1.1 Pengertian dan Fungsi Air Balas	4
2.1.1.2 Komposisi dan Potensi Pencemar Pada Air Balas.....	4
2.1.1.3 Regulasi dan Peraturan Air Balas	6
2.1.2 Logam Berat Dalam Air Balas.....	7
2.1.2.1 Logam Zn	7
2.1.2.2 Logam Pb.....	7
2.1.2.3 Dampak Zn dan Pb di Lingkungan.....	8
2.1.3 Elektrokoagulasi	8

2.1.3.1	Dasar dan Prinsip Elektrokoagulasi.....	8
2.1.3.2	Reaksi Kimia pada Elektrokoagulasi.....	10
2.1.3.3	Mekanisme Pembentukan Flok	11
2.1.3.4	Faktor Yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi	11
2.1.4	Elektrolit Dalam Elektrokoagulasi.....	14
2.1.4.1	Fungsi Mekanisme.....	14
2.1.4.2	Pengaruh Efisiensi dan Konduktivitas.....	15
2.2	Landasan Teori	16
2.2.1	Elektrokoagulasi	16
2.2.2	Kelebihan dan Kekurangan Reaktor Elektrokoagulasi.....	16
2.2.3	Mekanisme Kerja Elektrokoagulasi.....	17
2.3	Penelitian Terdahulu.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Kerangka Penelitian.....	23
3.2	Variabel Penelitian.....	26
3.2.1	Variabel Tetap.....	26
3.2.2	Variabel Bebas.....	26
3.2.3	Variabel Terikat	26
3.3	Alat dan Bahan	26
3.3.1	Alat.....	26
3.3.2	Bahan.....	27
3.4	Cara Kerja.....	27
3.5	Titik Lokasi Penelitian.....	28
3.6	Tahap Persiapan.....	28
3.6.1	Analisis Karakteristik Awal.....	29

3.6.2 Proses <i>Batch</i> (Elektrokoagulasi).....	30
3.7 Metode Analisis Data	31
3.8 Matriks Penelitian.....	32
3.4 Desain Reaktor	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Uji Awal Parameter Zn dan Pb Pada Air Balas	35
4.2 Hasil Penyisihan Parameter Pb (Timbal) dan Zn (Seng) dengan Menggunakan Elektrokoagulasi	37
4.2.1 Hasil Penyisihan Pb (Timbal)	38
4.2.2 Hasil Penyisihan Zn (Seng)	41
4.3 Analisis Pengaruh Penambahan NaCl	44
4.4 Analisis Efektivitas Elektrokoagulasi Dalam Penurunan Pb (Timbal) dan Zn (Seng)	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS	63
LAMPIRAN B PERHITUNGAN	67
LAMPIRAN C DOKUMENTASI	68
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi dan Potensi Pencemar Air Balas.....	6
Tabel 2.2 Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021	7
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1 Matriks Penelitian.....	32
Tabel 4.1 Hasil uji awal karakteristik air balas.....	35
Tabel 4.2 Pengaruh waktu kontak dan Dosis NaCl terhadap proses Elektrokoagulasi terhadap penurunan parameter Pb (Timbal).....	39
Tabel 4.3 Pengaruh waktu kontak dan Dosis NaCl terhadap proses Elektrokoagulasi terhadap penurunan parameter Zn (Seng).....	42
Tabel 4.4 Hasil Uji Hubungan Waktu Kontak Dan Dosis Nacl Terhadap Penurunan Parameter Pb (Timbal) dan Zn (Seng)	48
Tabel 4.5 Persen Penyisihan Hubungan Waktu Kontak Dan Dosis Nacl Terhadap Penurunan Parameter Zn (Seng)	49
Tabel 4.6 Persen Penyisihan Hubungan Waktu Kontak Dan Dosis Nacl Terhadap Penurunan parameter Pb (Timbal)	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Elektrokoagulasi.....	9
Gambar 2.2 Jenis Susunan Elektroda	13
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	28
Gambar 3.3 Reaktor Elektrokoagulasi.....	34
Gambar 3.4 Denah Reaktor Elektrokoagulasi	34
Gambar 4.1 Sebelum dan Sesudah Perlakuan Elektrokoagulasi	36
Gambar 4.2 Hubungan Waktu Kontak Dan Dosis Nacl Terhadap Penurunan Parameter Pb (Timbal)	40
Gambar 4.3 Hubungan Waktu Kontak Dan Dosis Nacl Terhadap Penurunan Parameter Zn (Seng)	43
Gambar 4.4 Persen Penyisihan parameter Zn (Seng)	49
Gambar 4.5 Persen Penyisihan Parameter Pb (Timbal).....	51
Gambar 4.6 Hasil Analisis Statistik Pb (Timbal).....	53
Gambar 4.7 Hasil Analisis Statistik Pb Menggunakan Korelasi	54
Gambar 4.8 Hasil Analisis Statistik Zn (Seng).....	55

ABSTRAK

Air ballast kapal berpotensi mencemari lingkungan laut karena mengandung logam berat seperti timbal (Pb) dan seng (Zn). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode elektrokoagulasi dengan variasi dosis NaCl dan waktu kontak dalam menurunkan konsentrasi Pb dan Zn pada *air ballast*. Proses elektrokoagulasi dilakukan menggunakan elektroda aluminium dengan arus searah (DC) 5 A pada volume sampel 10 L. Variasi dosis NaCl yang digunakan adalah 0, 1.5, 2, dan 2.5 mg/L, sedangkan waktu kontak adalah 30, 60, 90, dan 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi awal Pb sebesar 2,99 mg/L dapat ditekan hingga 0,005 mg/L pada dosis NaCl 2,5 mg/L setelah 120 menit, dengan efisiensi penyisihan 99,83%. Sementara itu, konsentrasi awal Zn sebesar 12,9 mg/L sudah berhasil dihilangkan hingga lebih dari 99% sejak menit ke-30 pada dosis 2–2,5 mg/L NaCl. Penambahan NaCl terbukti meningkatkan konduktivitas larutan sehingga mempercepat pembentukan flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berfungsi mengadsorpsi ion logam berat. Dengan demikian, elektrokoagulasi dengan penambahan NaCl dinilai efektif, efisien, dan ramah lingkungan untuk mengurangi kandungan logam Pb dan Zn pada *air ballast* sebelum dibuang ke laut.

Kata Kunci: *Air ballast, Elektrokoagulasi, NaCl, Timbal (Pb), Seng (Zn).*

ABSTRACT

Ballast water from ships has the potential to contaminate marine environments due to the presence of heavy metals such as lead (Pb) and zinc (Zn). This study aims to evaluate the effectiveness of the electrocoagulation method with varying NaCl dosages and contact times in reducing Pb and Zn concentrations in ballast water. The electrocoagulation process was conducted using aluminum electrodes with a direct current (DC) of 5 A and a sample volume of 10 L. The NaCl dosages used were 0, 1.5, 2.0, and 2.5 mg/L, while the contact times were 30, 60, 90, and 120 minutes. The results showed that the initial Pb concentration of 2.99 mg/L decreased to 0.005 mg/L at a NaCl dosage of 2.5 mg/L after 120 minutes, achieving a removal efficiency of 99.83%. Meanwhile, the initial Zn concentration of 12.9 mg/L was reduced by more than 99% within the first 30 minutes at NaCl dosages of 2.0–2.5 mg/L. The addition of NaCl was found to enhance the conductivity of the solution, thereby accelerating the formation of $Al(OH)_3$ flocs, which effectively adsorbed heavy metal ions. Therefore, electrocoagulation with NaCl addition is considered an effective, efficient, and environmentally friendly method for reducing Pb and Zn levels in ballast water prior to discharge into the marine environment.

Keywords : *Ballast water, electrocoagulation, NaCl, lead (Pb), zinc (Zn).*