

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT TEMBAGA DAN TIMBAL
PADA LIMBAH ELEKTROPLATING DENGAN KOLOM
*ION EXCHANGE***



DISUSUN OLEH:

NURUL SAFIRA MAULIDA AGUSTINA

NPM. 22031010109

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026

**PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT TEMBAGA DAN TIMBAL
PADA LIMBAH ELEKTROPLATING DENGAN KOLOM
ION EXCHANGE**

Skripsi

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar

**Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia**



DISUSUN OLEH :

Nurul Safira Maulida Agustina

22031010109

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026



Laporan Hasil Penelitian
Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal Pada Limbah
Elektroplating dengan Kolom Ion Exchange

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT TEMBAGA DAN TIMBAL PADA LIMBAH
ELEKTROPLATING DENGAN KOLOM ION EXCHANGE"

DISUSUN OLEH :

NURUL SAFIRA MAULIDA AGUSTINA
NPM. 22031010109

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji

Pada tanggal : 04 Agustus 2026

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.)
NIP. 19570312 198603 2 001

(Ir. Caecilia Pullastuti, M.T.)
NIP. 19630303 198803 2 001

2.

(Ir. Sani, M.T.)
NIP. 19630412 199103 2 001

Mengesahul,

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

Prof. Dr. Dra. Jarifah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi S-1 Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains
UPN "Veteran" Jawa Timur



Laporan Hasil Penelitian
Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal Pada Limbah
Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT TEMBAGA DAN TIMBAL
PADA LIMBAH ELEKTROPLATING DENGAN KOLOM *ION
EXCHANGE*"

DISUSUN OLEH :

NURUL SAFIRA MAULIDA AGUSTINA

(22031010109)

Laporan hasil penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

(Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.)

NIP. 19630305 198803 2 001



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Safira Maulida Agustina

NPM : 22031010109

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik dan Sains

Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Disertasi : Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal pada Limbah Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi 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/Tugas akhir/Tesis/Disertasi 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, 4 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,



Nurul Safira Maulida Agustina

NPM. 22031010109





KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya, penyusun dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul “Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal pada Limbah Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*”.

Laporan ini menjadi salah satu syarat kelulusan dalam program studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur. Laporan ini disusun melalui kajian dan didasarkan pada teori-teori yang mendukung. Laporan ini dapat tersusun atas bantuan baik kritik dan saran. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M. T. selaku koordinator program studi teknik kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T. selaku dosen pembimbing penelitian.
4. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M. T. selaku dosen penguji penelitian ini.
5. Ir. Sani, M. T. selaku dosen penguji penelitian ini.

Penyusun menyadari tidak ada suatu hal yang sempurna. Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat berbagai kekurangan. Maka dari itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan hasil penelitian ini.

Surabaya, 18 Juni 2026

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
KETERANGAN REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
INTISARI.....	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
I.1 Latar Belakang.....	2
I.2 Tujuan Penelitian	4
I.3 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Secara Umum	5
II.1.1 Limbah Elektroplating.....	5
II.1.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Elektroplating.....	6
II.1.3 Metode Pengolahan Limbah Elektroplating.....	7
II.1.4 Ion Exchange	9
II.1.5 Reaksi Ion Exchange	10
II.1.6 Resin Penukar Ion.....	10
II.1.7 Selektivitas Ion	12
II.1.8 Adsorpsi.....	13
II.1.9 Resirkulasi Pada Kolom Ion Exchange	15
II.2 Landasan Teori	16



Laporan Hasil Penelitian
Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal Pada Limbah
Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*

II.2.1 Mekanisme Reaksi Ion Exchange	16
II.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertukaran Ion Logam dengan Menggunakan Resin.....	17
II.2.3 Adsorpsi Isothermal.....	18
II.3 Hipotesis	21
BAB III RENCANA PENELITIAN	22
III.1 Bahan Penelitian.....	22
III.2 Alat yang digunakan	22
III.3 Rangkaian Alat.....	22
III.4 Variabel Penelitian	23
III.4.1 Variabel Tetap.....	23
III.4.2 Variabel Berubah	23
III.5 Prosedur Penelitian.....	23
III.5.1 Proses <i>Ion Exchange</i>	23
III.5.1 Uji Kadar Logam Berat (Spektrofotometer Serapan Atom)	23
III.6 Diagram Alir	24
III.7 Perhitungan Hasil	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
IV.1 Analisa Bahan Baku.....	26
IV.2 Data Hasil Penelitian.....	27
IV.3 Pengaruh Tinggi Resin Terhadap Kadar Ion Cu^{2+} dan Pb^{2+} yang Terserap.....	29
IV.4 Pengaruh Laju Alir Terhadap Kadar Ion Cu^{2+} dan Pb^{2+} yang Terserap ...	31
IV.5 Isoterm Adsorpsi Langmuir	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
V.1 Kesimpulan	45



Laporan Hasil Penelitian
Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal Pada Limbah
Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*

V.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
APPENDIX	50
LAMPIRAN I	58
LAMPIRAN II	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Rangkaian Alat Kolom Ion Exchange.....	22
Gambar III. 2 Diagram Alir Proses Penelitian	24
Gambar IV. 1 Hubungan Tinggi Resin dengan Kadar Ion Cu^{2+} yang Terserap pada Berbagai Debit Limbah.....	29
Gambar IV. 2 Hubungan Tinggi Resin dengan Kadar Ion Pb^{2+} yang Terserap pada Berbagai Debit Limbah.....	29
Gambar IV. 3 Hubungan Debit Limbah dengan Kadar Ion Cu^{2+} yang Terserap pada Berbagai Tinggi Resin.....	31
Gambar IV. 4 Hubungan Debit Limbah dengan Kadar Ion Pb^{2+} yang Terserap pada Berbagai Tinggi Resin.....	32
Gambar IV. 5 Grafik Isoterm Langmuir Cu^{2+} Pada Debit Limbah 30 ml/menit ..	34
Gambar IV. 6 Grafik Isoterm Langmuir Cu^{2+} Pada Debit Limbah 55 ml/menit ..	34
Gambar IV. 7 Grafik Isoterm Langmuir Cu^{2+} Pada Debit Limbah 65 ml/menit ..	35
Gambar IV. 8 Grafik Isoterm Langmuir Cu^{2+} Pada Debit Limbah 75 ml/menit ..	35
Gambar IV. 9 Grafik Isoterm Langmuir Cu^{2+} Pada Debit Limbah 80 ml/menit ..	35
Gambar IV. 11 Grafik Isoterm Langmuir Pb^{2+} Pada Debit Limbah 30 ml/menit.	39
Gambar IV. 12 Grafik Isoterm Langmuir Pb^{2+} Pada Debit Limbah 55 ml/menit.	39
Gambar IV. 13 Grafik Isoterm Langmuir Pb^{2+} Pada Debit Limbah 65 ml/menit.	39
Gambar IV. 14 Grafik Isoterm Langmuir Pb^{2+} Pada Debit Limbah 75 ml/menit.	39
Gambar IV. 15 Grafik Isoterm Langmuir Pb^{2+} Pada Debit Limbah 80 ml/menit.	40



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Baku Mutu Air Limbah Industri Pelapisan Logam (Elektroplating)	6
Tabel II. 2 Kandungan Logam dalam Limbah Elektroplating UMKM “X”:	7
Tabel IV. 1 Karakteristik Logam Berat dalam Limbah Elektroplating UMKM “X”	27
Tabel IV. 2 Data Konsentrasi Akhir, Efisiensi Penyerapan dan Kadar Terserap Ion Cu^{2+} dan Pb^{2+}	28
Tabel IV. 3 Kapasitas Isotherm Adsorpsi Langmuir Cu^{2+}	37
Tabel IV. 4 Kapasitas Isotherm Adsorpsi Langmuir Pb^{2+}	40



Laporan Hasil Penelitian Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal Pada Limbah Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*

INTISARI

Limbah cair industri elektroplating mengandung ion logam berat seperti tembaga dan timbal yang berbahaya bagi lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu. Salah satu metode yang efektif untuk menurunkan kadar logam berat tersebut adalah *ion exchange* menggunakan resin kation, karena prosesnya sederhana, tidak menghasilkan produk samping, dan resin dapat diregenerasi untuk digunakan kembali. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tinggi resin (20; 25; 35; 45; 55 cm) dan laju alir limbah (30; 55; 65; 75; 80 ml/menit) terhadap efisiensi penurunan kadar Cu^{2+} dan Pb^{2+} pada limbah elektroplating menggunakan kolom *ion exchange* berisi resin Amberlite IR120 Na. Limbah dialirkan melalui kolom secara resirkulasi tiga kali, kadar logam sisa dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA), dan data kesetimbangan yang diperoleh dianalisis menggunakan model isoterm adsorpsi Langmuir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tinggi resin meningkatkan efisiensi penyisihan logam karena tersedianya lebih banyak situs aktif, sedangkan peningkatan laju alir menurunkan efisiensi akibat waktu kontak yang semakin singkat. Efisiensi penurunan tertinggi sebesar 99,96% untuk Cu^{2+} dan 99,61% untuk Pb^{2+} , dengan kondisi operasi paling ekonomis diperoleh pada tinggi resin 35 cm dan debit limbah 80 ml/menit, yang menghasilkan kadar akhir Cu^{2+} sebesar 0,080 mg/L dan Pb^{2+} sebesar 0,094 mg/L, telah memenuhi baku mutu limbah elektroplating. Data kesetimbangan adsorpsi Cu^{2+} dan Pb^{2+} pada resin Amberlite IR-120 Na secara umum sesuai dengan model isoterm Langmuir, yang mengindikasikan bahwa proses penyerapan berlangsung secara monolayer pada permukaan homogen resin. Dengan demikian, metode kolom *ion exchange* menggunakan resin Amberlite IR-120 Na terbukti efektif untuk menurunkan kadar logam berat pada limbah elektroplating. Kata kunci: *ion exchange*; resin Amberlite IR-120 Na; logam berat; limbah elektroplating; isoterm Langmuir