

**ANALISIS EFEKTIFITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) INDUSTRI PANGAN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT**

TUGAS AKHIR



DELLA OLIVIA

1212925016

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

**ANALISIS EFEKTIFITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) INDUSTRI PANGAN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Lingkungan**



DELLA OLIVIA

1212925016

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	: Della Olivia
NIM	: 1212925016
Tanda Tangan	: 
Tanggal	: 06 Maret 2026

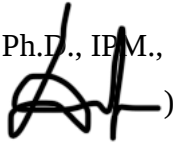
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Della Olivia
NIM : 1212925016
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Analisis Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
Industri Pangan Dalam Mereduksi Logam Berat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melanjutkan penelitian pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM.,
AER ()

Penguji 1 : Ir. Aqil Azizi, MAppSc., Ph.D., GP., IPM ()

Penguji 2 : Dr. Eng. Ir. M. Candra Nugraha D. ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 06 Maret 2026

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan kekuatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Industri Pangan Dalam Mereduksi Logam Berat dengan baik. Dengan penuh rasa hormat dan tulus saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya tercinta Bapak Alm. Sulandi Suwardi dan Ibu Darmawati, serta kakak-kakak saya yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang tanpa henti kepada penulis.
2. Suami saya tercinta Fakhrul Hakim Abiyyu Satria, S.Hut., atas segala bentuk dukungan serta doa yang tiada henti kepada penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM., AER selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, masukan serta bantuan selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
4. Ir. Aqil Azizi, MAppSc., Ph.D., GP., IPM dan Dr. Eng. Ir. M. Candra Nugraha D. Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir.
5. Segenap Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Bakrie.
6. PT. XYZ yang telah memberikan izin dan bantuan selama penyusunan tugas akhir.
7. Teman-teman Kelas Karyawan Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Bakrie Angkatan 17 dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir.
8. Staff Administrasi di lingkungan program studi Teknik Lingkungan yang telah membantu dalam proses akademik selama penulis menyelesaikan tugas akhir

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, saya berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi langkah awal bagi saya untuk terus berkembang.

Jakarta, Maret 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above the name Della Olivia.

Della Olivia

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Della Olivia
NIM : 1212925016
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : ANALISIS EFEKTIFITAS INSTALASI PENGOLAHAN
AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI PANGAN DALAM
MEREDUKSI LOGAM BERAT

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS EFEKTIFITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI PANGAN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 6 Maret 2026

Yang Menyatakan,



Della Olivia

**ANALISIS EFEKTIFITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) INDUSTRI PANGAN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT BESI
(Fe), MANGAN (Mn) DAN SENG (Zn) PADA AIR LIMBAH INDUSTRI**

PANGAN

Della Olivia

ABSTRAK

Perkembangan industri pangan di Indonesia berkontribusi terhadap peningkatan produksi limbah cair yang berpotensi mengandung logam berat, seperti besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn). Keberadaan logam tersebut dalam air limbah dapat menimbulkan dampak terhadap kualitas lingkungan apabila tidak dikelola secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri pangan dalam mereduksi konsentrasi logam berat serta mengevaluasi kesesuaian hasil pengolahan terhadap baku mutu yang berlaku. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui pengambilan sampel pada titik inlet dan outlet IPAL dari tiga jenis industri pangan, yaitu industri biskuit, mie, dan bihun. Analisis konsentrasi logam Fe, Mn, dan Zn dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Efektivitas IPAL dihitung berdasarkan perbandingan konsentrasi inlet dan outlet serta persentase efisiensi penurunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam pada air limbah sebelum pengolahan (inlet) berada pada kisaran Fe 1,8–4,8 mg/L, Mn 0,3–1,1 mg/L, dan Zn 0,5–1,6 mg/L. Setelah melalui proses pengolahan, konsentrasi logam pada outlet menurun secara signifikan hingga berada pada kisaran 0,006–0,3 mg/L. Seluruh nilai effluent berada di bawah ambang batas baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Rata-rata efisiensi penurunan logam berat pada ketiga industri mencapai 92–94%, yang menunjukkan bahwa sistem IPAL berfungsi secara efektif dalam mereduksi logam berat. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan sistem IPAL pada industri pangan mampu menurunkan konsentrasi logam berat secara signifikan dan memenuhi standar regulasi lingkungan, sehingga mendukung upaya pengendalian pencemaran air dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Kata kunci: IPAL, logam berat, Fe, Mn, Zn, efektivitas, industri pangan.

**ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF FOOD INDUSTRY
WASTEWATER TREATMENT PLANTS (IPAL) IN REDUCING HEAVY
METALS IRON (Fe), MANGANESE (Mn) AND ZINC (Zn) IN INDUSTRIAL
WASTEWATER**

Della Olivia

ABSTRACT

The rapid growth of the food processing industry in Indonesia has contributed to an increasing volume of wastewater containing potential heavy metal contaminants, including iron (Fe), manganese (Mn), and zinc (Zn). The presence of these metals in industrial effluent may pose environmental risks if not properly treated. This study aims to analyze the effectiveness of Wastewater Treatment Plants (WWTP) in food industries in reducing heavy metal concentrations and to evaluate the compliance of treated effluent with the applicable environmental standards. This research employed a quantitative descriptive approach by collecting wastewater samples from the inlet and outlet points of WWTP systems in three types of food industries: biscuit, noodle, and vermicelli industries. The concentrations of Fe, Mn, and Zn were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The effectiveness of the WWTP was determined by comparing inlet and outlet concentrations and calculating the percentage removal efficiency. The results indicate that heavy metal concentrations in untreated wastewater (inlet) ranged from 1.8–4.8 mg/L for Fe, 0.3–1.1 mg/L for Mn, and 0.5–1.6 mg/L for Zn. After treatment, the concentrations significantly decreased to a range of 0.006–0.3 mg/L. All effluent values complied with the regulatory standards established under the Regulation of the Minister of Environment No. 5 of 2014. The average removal efficiency of heavy metals across the three industries reached 92–94%, demonstrating that the WWTP systems operated effectively in reducing heavy metal concentrations. Overall, the findings confirm that the implementation of WWTP systems in food processing industries is capable of significantly reducing heavy metal contamination and ensuring regulatory compliance, thereby supporting sustainable environmental management and water pollution control efforts.

Keywords: wastewater treatment plant, heavy metals, iron, manganese, zinc, removal efficiency, food industry.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Proses Industri.....	6
2.1.1 Pengertian Air Limbah	6
2.1.2 Klasifikasi Air Limbah.....	6
2.2 Sumber Air Limbah	15
2.2.1 Besi (Fe).....	16
2.2.2 Mangan (Mn)	16
2.2.3 Seng (Zn).....	17
2.3 Karakteristik Air Limbah	18
2.4 Proses Pengolahan Air Limbah.....	19
2.5 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	21
2.5.1 Prinsip Dasar	22
2.5.2 Komponen Utama SSA	22
2.5.3 Prosedur Analisis Dengan SSA	24
2.5.4 Aplikasi dan Keunggulan	25
2.6 Metode Analisis Logam Berat Selain SSA	27
2.6.1 Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)	27
2.6.2 Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (ICP-MS)	27
2.6.3 Spektrofotometri UV-Vis (Metode Kompleksometri)	28
2.6.4 Spektrofotometri UV-Vis (Metode Kompleksometri)	28
2.7 Menghitung beban pencemaran.....	29
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	31
3.2 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	31

3.3	Diagram Alir Penelitian	32
3.4	Sumber Data	33
3.4.1	Data Primer	33
3.4.2	Data Sekunder	34
3.5	Metode Analisis Laboratorium	35
3.5.1	Tahap Persiapan	35
3.5.2	Tahap Pelaksanaan	35
3.5.3	Pengolahan Hasil Analisis	37
3.5.4	Kerangka Berpikir	38
3.6	Metode Analisis Data	39
3.7	Kerangka Tahapan Penelitian.....	40
3.8	Kerangka Tahapan Penelitian.....	41
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1	Gambaran Umum Hasil Analisis	44
4.2	Analisis Kadar Logam	47
4.2.1	Industri Biskuit (Arnott's).....	47
4.2.2	Industri Bihun (Kuala Pangan).....	51
4.2.3	Industri Mie (Indofood)	56
4.3	Perbandingan Inlet dan Outlet.....	60
4.3.1	Perbandingan Kadar Logam Besi (Fe).....	61
4.3.2	Perbandingan Kadar Logam Seng (Zn)	61
4.3.3	Perbandingan Kadar Logam Mangan (Mn)	62
4.3.4	Analisis Perbandingan Antar Industri	62
4.4	Analisis Efektivitas Pengolahan Limbah.....	64
4.4.1	Gambaran Umum Efektivitas Pengolahan	64
4.4.2	Analisis Efektivitas Tiap Individu	66
4.4.3	Analisis Perbandingan Efisiensi Antar Industri	67
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	70
	DAFTAR PUSTAKA.....	71
	LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Maksimum Logam Berat (LHK No. 5 Tahun 2014)	15
Tabel 2.2 Karakteristik Air Limbah Industri Pangan	24
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu Terkait Kandungan Logam Fe, Mn, dan Zn pada Air Limbah Industri	30
Tabel 4.1 Hasil pengukuran kadar logam berat setiap bulan pada air limbah industri biskuit (Arnott's)	45
Tabel 4.2 Hasil pengukuran kadar logam berat pada air limbah industri biskuit (Arnott's).....	46
Tabel 4.3 Hasil pengukuran kadar logam berat setiap bulan pada air limbah industri bihun (Kuala Pangan)	48
Tabel 4.4 Hasil pengukuran kadar logam berat pada air limbah industri bihun (Kuala Pangan).....	49
Tabel 4.5 Hasil pengukuran kadar logam berat setiap bulan pada air limbah industri mie (Indofood)	51
Tabel 4.6 Hasil pengukuran kadar logam berat pada air limbah industri mie (Indofood)	51
Tabel 4.7 Analisis Perbandingan Efisiensi Antar Industri.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 Kerangka Berpikir	38