

**PROSES OKSIDASI LANJUTAN
BERBASIS FOTOFENTON DALAM MENURUNKAN
KANDUNGAN *TOTAL COLIFORM*, COD, DAN TSS
PADA OUTLET *OXIDATION DITCH* IPLT**

SKRIPSI



Oleh :

NUR OKTAVIA NIKMATIN HASANAH
NPM: 21034010062

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

SURABAYA

2026

**PROSES OKSIDASI LANJUTAN BERBASIS FOTOFENTON
DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN *TOTAL COLIFORM*,
COD, DAN *TSS* PADA *OUTLET OXIDATION DITCH* IPLT**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

NUR OKTAVIA NIKMATIN HASANAH

NPM: 21034010062

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

PROSES OKSIDASI LANJUTAN BERBASIS FOTOFENTON DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN *TOTAL COLIFORM*, *COD*, DAN TSS PADA OUTLET *OXIDATION DITCH* IPLT

Disusun Oleh :


Nur Oktavia Nikmatin Hasanah
NPM 21034010062

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004


Rizka Novembrianto ST., MT.
NIP. 19871127 202521 1 062

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

PROSES OKSIDASI LANJUTAN BERBASIS FOTOFENTON DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN *TOTAL COLIFORM*, *COD*, DAN TSS PADA *OUTLET OXIDATION DITCH IPLT*

Disusun Oleh

Nur Oktavia Nikmatin Hasanah

NPM.21034010062

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
*Asian Journal of Applied Research for Community Development and
Empowerment (Terakreditasi Sinta 2)*

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Tim Penguji
1. Ketua

Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004

Raden Kekoh Harvo Putro, ST., MT.
NIP. 19900905 201903 1 026

Dosen Pembimbing II

Anggota

Rizka Novembrianto ST., MT.
NIP. 19871127 202521 1 062

Aussle Amalia, ST., MSc.
NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui

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

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

LEMBAR REVISI

**PROSES OKSIDASI LANJUTAN BERBASIS FOTOPENTON
DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN *TOTAL COLIFORM*,
COD DAN TSS PADA OUTLET *OXIDATION DITCH* IPLT**

Disusun Oleh :


Nur Oktavia Nikmatin Hasanah
NPM 21034010062

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 20 Februari 2026

TIM PENILAI

KETUA


Raden Kokoh Harvo Putro, ST., MT.
NIP. 19900905 201903 1 026

ANGGOTA


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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Oktavia Nikmatin Hasanah
NPM : 21034010062
Program : Sarjana (S1) / Magister (S2) / Doktor (S3)
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/Tesis/Desertasi 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, 20 Februari 2026

Yang Membuat Pernyataan



Nur Oktavia Nikmatin Hasanah
21034010062

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul “Proses Oksidasi Lanjutan Berbasis Fotofenton dalam Menurunkan Kandungan *Total coliform*, COD, dan TSS pada Outlet *Oxidation Ditch* IPLT” Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya.

Penulisan laporan akhir skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan 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 Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Mohamad Mirwan, ST., MT., dan Rizka Novembrianto ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu mulai dari penyusunan ide hingga penyusunan laporan akhir skripsi.
4. Raden Kokoh Haryo Putro, ST., MT., dan Aussie Amalia, ST., MSc., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang memberi kritik dan saran pada laporan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun diskusi.
6. Ayah, Ibu dan adik saya tercinta yang memberikan doa, support dan saran dalam menyelesaikan tugas ini.
7. Annisa, Zafira, Naurah, dan Fitri selaku teman saya yang selalu mendukung dan membantu saya dalam hal apapun.
8. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan dan selalu membantu satu sama lain selama berkuliah serta saat penyusunan laporan akhir skripsi.

9. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih dan maaf akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan akhir skripsi ini. Penulis juga sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan penyusunan berikutnya. Semoga proposal ini dapat bermanfaat, khususnya dunia ilmu pengetahuan pada umumnya.

Surabaya, 12 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.1.1Lumpur Tinja	6
2.1.2Karakteristik Lumpur Tinja	6
2.1.3Baku Mutu Lumpur Tinja	7
2.1.4Parameter Lumpur Tinja	8
2.1.5Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja	10
2.1.6IPLT Keputih.....	10
2.1.7Unit Oxidation Ditch (OD)	11
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1AOPs (Advanced Oxidation Process).....	12

2.2.2Metode Fenton	13
2.2.3Metode Fotofenton.....	13
2.2.4Faktor yang Memengaruhi Metode Fotofenton	16
2.3 Penelitian Terdahulu	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Kerangka Penelitian	22
3.2 Bahan dan Alat	24
3.3 Rancangan Reaktor.....	25
3.4 Cara Kerja.....	27
3.4.1Diagram Alir	27
3.4.2Sampling Air Limbah IPLT	27
3.4.3Persiapan Reaktor Fotofenton.....	28
3.4.4Pembuatan Reagen Fenton.....	28
3.4.5Proses Utama Fotofenton.....	29
3.5 Variabel Penelitian.....	29
3.6 Matriks Penelitian.....	30
3.7 Analisis Data	31
3.8 Analisis Parameter.....	32
3.9 Hasil Uji Awal	33
3.10 Jadwal Kegiatan	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Karakteristik Limbah.....	34
4.2 Hasil Penelitian.....	35
4.3 Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan <i>Total Coliform</i>	37

4.3.1Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$ dalam Menurunkan Kandungan <i>Total Coliform</i>	37
4.3.2Pengaruh Daya Iradiasi Lampu UV dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan <i>Total Coliform</i>	40
4.4 Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan COD.....	42
4.4.1Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$ dalam Menurunkan Kandungan COD .	42
4.4.2Pengaruh Daya Iradiasi Lampu UV dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan COD.....	46
4.5 Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan TSS	48
4.5.1Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$ dalam Menurunkan Kandungan TSS...	48
4.5.2Pengaruh Daya Iradiasi Lampu UV dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan TSS	51
4.6 Efektivitas Fotofenton berdasarkan Ekonomi Lingkungan.....	53
4.7 Uji Statistika Regresi Linear Berganda	55
4.7.1Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan <i>Total Coliform</i>	56
4.7.2Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan COD	60
4.7.3Pengaruh Rasio Molar $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling dalam Menurunkan Kandungan TSS.....	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN A DATA HASIL PENELITIAN.....	77

LAMPIRAN B PROSEDUR KERJA DAN PERHITUNGAN	79
LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur Tinja di Indonesia.....	7
Tabel 2. 2 Baku Mutu Limbah Tinja.....	7
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor	26
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian	30
Tabel 3. 3 Hasil Uji Awal Limbah Outlet Oxidation Ditch IPLT	33
Tabel 3. 4 Jadwal Penelitian	33
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Oxidation Ditch IPLT	34
Tabel 4.2 Kebutuhan H_2O_2 dan $FeSO_4$	35
Tabel 4.3 Hasil Analisis Penyisihan Total coliform, COD, dan TSS.....	36
Tabel 4.4 Persentase Penyisihan Total coliform pada Proses Fotofenton.....	37
Tabel 4.5 Persen Penyisihan Total coliform pada Proses Fotofenton.....	40
Tabel 4.6 Persentase Penyisihan COD pada Proses Fotofenton	43
Tabel 4.7 Persen Penyisihan COD pada Proses Fotofenton	46
Tabel 4.8 Persen Penyisihan TSS pada Proses Fotofenton.....	48
Tabel 4.9 Persen Penyisihan TSS pada Proses Fotofenton.....	51
Tabel 4.10 Kondisi Operasional Proses Fotofenton	54
Tabel 4.11 Kebutuhan Energi Lampu UV	54
Tabel 4.12 Biaya Operasional Proses Fotofenton.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses IPLT Surabaya	11
Gambar 2. 2 Unit Oxidation Ditch IPLT Keputih	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Ukuran Reaktor.....	25
Gambar 3. 3 Desain Reaktor Fotofenton	25
Gambar 3. 4 Alur Penelitian	27
Gambar 4.1 Hubungan rasio molar $\text{FeSO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ dengan persen penyisihan Total coliform pada lampu UV 20 watt.....	38
Gambar 4.2 Grafik perbandingan lampu UV 10 watt dengan 20 watt terhadap persen penyisihan Total coliform.....	42
Gambar 4.3 Hubungan waktu sampling dengan persen penyisihan Total coliform pada lampu UV 20 watt	42
Gambar 4.4 Hubungan rasio molar $\text{FeSO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ dengan persen penyisihan COD pada lampu UV 20 watt	44
Gambar 4.5 Grafik perbandingan lampu UV 10 watt dengan 20 watt terhadap persen penyisihan COD.....	47
Gambar 4.6 Hubungan waktu sampling dengan persen penyisihan COD pada lampu UV 20 watt	48
Gambar 4.7 Hubungan rasio molar $\text{FeSO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ dengan persen penyisihan TSS pada lampu UV 20 watt	49
Gambar 4.8 Hubungan waktu sampling dengan persen penyisihan TSS pada lampu UV 20 watt	52
Gambar 4.9 Hubungan waktu sampling dengan persen penyisihan TSS pada lampu UV 20 watt	53
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Biaya Operasional antara Lampu UV 10 Watt dengan 20 Watt.....	55
Gambar 4.11 Uji Korelasi Terhadap Persen Removal Total coliform	56
Gambar 4.12 Uji Subsets Regression terhadap Persen Removal Total coliform.....	57

Gambar 4.13 Regresi Linear Berganda Pengaruh $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling terhadap Persen Removal Total coliform	57
Gambar 4.14 Regresi Linear Berganda Pengaruh $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling terhadap Persen Removal Total coliform	59
Gambar 4.15 Uji Korelasi Terhadap Persen Removal COD	60
Gambar 4.16 Uji Subsets Regression terhadap Persen Removal COD	61
Gambar 4.17 Regresi Linear Berganda Pengaruh $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling terhadap Persen Removal COD	61
Gambar 4.18 Regresi Linear Berganda Pengaruh $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling terhadap Persen Removal COD	63
Gambar 4.19 Uji Korelasi Terhadap Persen Removal TSS	64
Gambar 4.20 Uji Subsets Regression terhadap Persen Removal TSS	65
Gambar 4.21 Regresi Linear Berganda Pengaruh $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling terhadap Persen Removal TSS	65
Gambar 4.22 Regresi Linear Berganda Pengaruh $\text{FeSO}_4\text{:H}_2\text{O}_2$, Daya Iradiasi Lampu UV, dan Waktu Sampling terhadap Persen Removal TSS	67
Gambar C.1 Kondisi awal limbah	86
Gambar C.2 Cek pH awal limbah	86
Gambar C.3 Penimbangan reagen FeSO_4	86
Gambar C.4 Proses pengasaman limbah	87
Gambar C.5 Penambahan reagen FeSO_4	87
Gambar C.6 Penambahan H_2O_2	87
Gambar C.7 Proses pengadukan reagen fenton	88
Gambar C.8 Proses penyinaran sinar UV	88
Gambar C.9 Sampel sebelum ditambahkan NaOH	88
Gambar C.10 Sampel setelah ditambahkan NaOH	89
Gambar C.11 Sampel Hasil Fotofenton	89
Gambar C.12 Proses Pengujian Parameter COD	90
Gambar C.13 Proses Pengujian Parameter TSS	91

ABSTRAK

Air limbah yang dihasilkan dari Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) khususnya unit *Oxidation Ditch* pada umumnya masih mengandung zat berbahaya yang tinggi dan berbahaya jika dibuang langsung ke badan air tanpa diolah terlebih dahulu karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, menurunkan kualitas air, serta meningkatkan risiko masalah kesehatan bagi masyarakat. Zat berbahaya tersebut berupa *Total coliform* (6000 jumlah/100 mL), COD (627 mg/L), TSS (344 mg/L). Salah satu teknologi pengolahan lanjutan yang dapat mengolah limbah *Oxidation Ditch* IPLT agar kualitasnya menjadi lebih baik adalah *Advanced Oxidation Processes* (AOPs). AOPs dikenal sebagai teknologi pengolahan yang efisien karena dapat menghasilkan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang memiliki oksidasi sangat tinggi dan bersifat non-selektif terhadap berbagai jenis pencemar. Salah satu jenis AOPs yang sering digunakan adalah Fotofenton yang merupakan gabungan dari reaksi Fenton dan sinar UV. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode Fotofenton pada unit *outlet Oxidation Ditch* IPLT Keputih, Surabaya terhadap parameter *Total coliform*, COD, dan TSS. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi rasio molar FeSO_4 terhadap H_2O_2 , daya lampu UV, dan waktu sampling yang berguna untuk memperoleh kondisi optimum proses Fotofenton. Berdasarkan penelitian, diperoleh persentase penyisihan *Total coliform* sebesar 98%, COD sebesar 82%, dan TSS sebesar 60% pada kondisi optimum dengan rasio molar $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ 1:15, daya iradiasi lampu UV 20 watt, dan waktu pengambilan sampel selama 60 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Fotofenton memiliki potensi besar sebagai pengolahan lanjutan pada limbah *Oxidation Ditch* IPLT yang ramah lingkungan dan meningkatkan kualitas efluen sehingga memenuhi standar baku mutu sebelum dibuang ke badan air.

Kata Kunci: Air Limbah IPLT, *Oxidation Ditch*, Advanced Oxidation Process (AOPs), Fotofenton

ABSTRACT

Wastewater produced from the Sewage Sludge Treatment Plant (IPLT), particularly the Oxidation Ditch unit, generally still contains high levels of hazardous substances that are dangerous if discharged directly into water bodies without prior treatment, as this can cause environmental pollution, reduce water quality, and increase the risk of health problems for the community. These hazardous substances include total coliform (6000 number/100 mL), COD (627 mg/L), and TSS (344 mg/L). One advanced treatment technology that can treat IPLT Oxidation Ditch wastewater to improve its quality is Advanced Oxidation Processes (AOPs). AOPs are known as efficient treatment technologies because they can produce hydroxyl radicals ($\bullet\text{OH}$) that have very high oxidation and are non-selective to various types of pollutants. One type of AOPs that is often used is Photofenton, which is a combination of the Fenton reaction and UV light. This study aims to analyze the effectiveness of the Photofenton method at the outlet unit of the IPLT Oxidation Ditch in Keputih, Surabaya, on the parameters of Total coliform, COD, and TSS. The study was conducted using variations in the molar ratio of FeSO_4 to H_2O_2 , UV light power, and sampling time to obtain the optimum conditions for the Photofenton process. Based on the study, a Total coliform removal rate of 98%, COD of 82%, and TSS of 60% were obtained under optimal conditions with a molar ratio of $\text{FeSO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ of 1:15, UV lamp irradiation power of 20 watts, and a sampling time of 60 minutes. The results of this study indicate that the Photofenton method has great potential as an advanced treatment for IPLT Oxidation Ditch wastewater that is environmentally friendly and improves effluent quality so that it meets quality standards before being discharged into water bodies.

Keywords: IPLT Wastewater, Oxidation Ditch, Advanced Oxidation Process (AOPs), Photofenton