

**SKRIPSI**

**PENERAPAN AERASI *INTERMITTENT* PADA  
PROSES BIOFILTER UNTUK  
MENDEGRADASI COD DAN TOTAL  
NITROGEN LIMBAH CAIR DOMESTIK**



Oleh :

**ERWIN KURNIAWATI**

**NPM. 19034010015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2024**

**SKRIPSI**  
**PENERAPAN AERASI *INTERMITTENT* PADA  
PROSES BIOFILTER UNTUK  
MENDEGRADASI COD DAN TOTAL  
NITROGEN LIMBAH CAIR DOMESTIK**



Oleh :

**ERWIN KURNIAWATI**  
**NPM. 19034010015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2024**

**PENERAPAN AERASI *INTERMITTENT* PADA PROSES  
BIOFILTER UNTUK MENDEGRADASI COD DAN TOTAL  
NITROGEN LIMBAH CAIR DOMESTIK**

**SKRIPSI**

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

**Diajukan Oleh :**

**ERWIN KURNIAWATI  
NPM. 19034010015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**PENERAPAN AERASI *INTERMITTENT* PADA PROSES  
BIOFILTER UNTUK MENDEGRADASI COD DAN TOTAL  
NITROGEN LIMBAH CAIR DOMESTIK**

Disusun Oleh :

**ERWIN KURNIAWATI**  
**NPM. 19034010015**

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : 03 Januari 2024

Menyetujui  
Dosen Pembimbing,



**Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.**  
**NIP. 19620501 198803 1 001**

Mengetahui,  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



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

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erwin Kurniawati  
NPM : 19034010015  
Fakultas / Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi/Tugas Akhir/  
Tesis/Desertasi : Penerapan Aerasi *Intermittent* Pada Proses Biofilter Untuk Mendegradasi COD Dan Total Nitrogen Limbah Cair Domestik

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 09 Januari 2024

Yang menvatakan,

Erwin



(Erwin Kurniawati)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi dengan judul “Penerapan Aerasi *Intermittent* Pada Proses Biofilter Aerob Untuk Mendegradasi COD dan Total Nitrogen Limbah Cair Domestik”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam program studi S1 Teknik Lingkungan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan motivasi selama ini.
4. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku dosen penguji 1 dan Bapak M. Mirwan, ST, MT. selaku dosen penguji 2 atas pertanyaan dan saran yang membangun bagi Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran dari berbagai pihak. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, universitas, dan khususnya program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada pihak secara langsung maupun tidak langsung yang senantiasa memberikan dukungan mental maupun material kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi ini. Penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Paniatun dan Alm. Bapak Samidin, yang senantiasa memberikan doa, nasihat, dan dukungan yang tiada hentinya bagi penulis. Adik tersayang, Hana yang menjadi sumber penyemangat untuk penulis, serta keluarga besar penulis yang selalu memberikan semangat dan doa untuk menyelesaikan pendidikan.
2. Navisa Ika Irmayanti yang selalu menjadi teman baik untuk penulis dari semester 1.
3. Bella Meitha Wulandari dan Elsa Arinda yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian.
4. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2019 yang telah membantu selama proses pengerjaan tugas akhir.
5. Kakak tingkat Teknik Lingkungan yang telah memberikan pengetahuan dan inspirasi bagi penulis.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.3    Tujuan Penelitian .....	2
1.4    Manfaat .....	2
1.5    Lingkup Penelitian.....	2
BAB 2 .....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1    Tinjauan Umum .....	4
2.1.1    Proses Biologi Biakan Melekat.....	4
2.1.2    Mekanisme Penguraian Senyawa Polutan dalam Sistem Biakan Melekat .....	4
2.1.3    Pengertian Biofilter Aerob.....	5
2.1.4    Pengertian Proses <i>Oxic</i> (Aerobik).....	6
2.1.5    Pengertian Proses <i>Anoxic</i> .....	6
2.1.6    Pengertian Proses Anaerobik .....	7
2.1.7    Mikroorganisme pada Proses <i>Oxic-Anoxic</i> .....	8
2.1.8    Proses Aerasi <i>Intermittent</i> .....	8
2.1.9    Fungsi Biofilter Oksik-Anoksik.....	11
2.1.10    Pengertian Limbah Cair Domestik .....	16
2.1.11    Baku Mutu Limbah Cair Domestik .....	17
2.1.12    Media Biofilter.....	17



2.1.13 Starter bakteri Aerob.....	21
2.2 Hasil Penelitian Sebelumnya .....	22
BAB 3 .....	30
METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Kerangka Penelitian .....	30
3.2 Persiapan Alat dan Bahan .....	31
3.2.1 Bahan .....	31
3.2.2 Peralatan.....	31
3.3 Pembuatan Reaktor .....	31
3.4 Analisis Awal Limbah Cair Domestik.....	32
3.5 Seeding dan Aklimatisasi.....	33
3.5.1 Proses Seeding .....	33
3.5.2 Proses Aklimatisasi.....	33
3.6 Penelitian Utama.....	34
3.6.1 Variabel bebas.....	35
3.6.2 Variabel tetap .....	35
3.7 Analisis Sampel .....	36
3.8 Analisis Data .....	37
BAB 4 .....	38
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil Penelitian .....	38
4.1.1 Hasil Penelitian Pendahuluan .....	38
4.1.2 Hasil Proses Seeding.....	39
4.1.3 Hasil Proses Aklimatisasi .....	42
4.1.4 Hasil Penelitian Utama .....	42
4.2 Pembahasan .....	44
4.2.1 Pengaruh pH dan Suhu Terhadap Proses seeding.....	44
4.2.2 Pengaruh Proses Aklimatisasi Terhadap Penyesuaian Mikroorganisme dalam Mendegradasi COD .....	46
4.2.3 Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi <i>Intermittent (Oxic- Anoxic)</i> Terhadap Penurunan COD .....	47
4.2.4 Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi <i>Intermittent (Oxic- Anoxic)</i> Terhadap Penurunan Total Nitrogen .....	51

4.2.5	Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi <i>Intermittent (Oxic-Anoxic)</i> Terhadap Nilai Dissolved Oxygen (DO).....	54
4.2.6	pH Proses Penelitian Utama .....	56
4.3	Uji Statistika .....	58
4.3.1	Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu aerasi <i>Intermittent (Oxic-Anoxic)</i> Terhadap Parameter COD .....	58
4.3.2	Pengaruh jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi <i>Intermittent (Oxic-Anoxic)</i> Terhadap parameter Total Nitrogen .....	59
4.4	Ringkasan Kinerja Reaktor Bofilter Aerob .....	60
BAB 5	.....	62
KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
5.1	Kesimpulan .....	62
5.2	Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA .....		63
LAMPIRAN.....		69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Limbah Cair Domestik.....	17
Tabel 3. 1 Variasi Waktu Detensi Arobik-anoksik .....	35
Tabel 3. 2 Jumlah Sampel yang akan di Uji .....	36
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian .....	36
Tabel 4. 1 Karakteristik Awal Limbah Cair Domestik .....	38
Tabel 4. 2 Pengaruh Jenis Media Terhadap Nilai pH dan Suhu Saat Proses Seeding .....	40
Tabel 4. 3 Pengaruh Jenis Media dan Konsentrasi Limbah Terhadap Nilai COD Saat Proses Aklimatisasi.....	42
Tabel 4. 4 Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi Intermittent Terhadap Nilai COD, Total Nitrogen, DO, dan pH.....	43
Tabel 4. 5 Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi Intermittent Terhadap % Removal COD .....	43
Tabel 4. 6 Pengaruh Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi Intermittent Terhadap % Removal Total Nitrogen.....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme proses metabolisme dalam sistem biofilm.....	5
Gambar 2. 2 Kondisi <i>Oxic</i> pada Reaktor Pengolahan.....	10
Gambar 2. 3 Kondisi <i>Anoxic</i> pada Proses pengolahan.....	11
Gambar 2. 4 Proses Degradasi Bahan Organik Pada Fase <i>Oxic</i> dan <i>Anoxic</i> .....	12
Gambar 2. 5 Proses Degradasi Total Nitrogen Pada Fase <i>Oxic</i> dan <i>Anoxic</i> .....	15
Gambar 2. 6 Media Bio ball .....	19
Gambar 2. 7 Media Bio ring .....	20
Gambar 2. 8 Starter Bakteri Merk Bio-Treatment Liquid Tipe Aerob .....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	30
Gambar 3. 2 Rancangan Alat Penelitian .....	32
Gambar 4. 1 Air Limbah Pada Bak Pengendap 2 Milik Rusunawa Penjaringan Sari Rungkut Surabaya.....	38
Gambar 4. 2 Air Limbah Setelah Melalui Proses Penyaringan .....	39
Gambar 4. 3 Seeding Media Bioball Hari Ke-1 (a) dan Ke-14 (b), (c).....	41
Gambar 4. 4 Seeding Media Bioring Hari Ke-1 (a) dan Ke-14 (b).....	41
Gambar 4. 5 Hubungan antara jenis media dan waktu tinggal terhadap nilai pH pada saat proses seeding.....	45
Gambar 4. 6 Hubungan antara jenis media dan waktu tinggal terhadap nilai suhu pada saat proses seeding.....	46
Gambar 4. 7 Pengaruh jenis media dan konsentrasi limbah terhadap nilai COD saat proses aklimatisasi .....	47
Gambar 4. 8 Hubungan Antara Jenis Media dan Rasio Waktu <i>Oxic</i> Terhadap Persentase Penurunan COD .....	48
Gambar 4. 9 Hubungan Antara Jenis Media dan Rasio Waktu <i>Anoxic</i> Terhadap Persentase Penurunan COD .....	48
Gambar 4. 10 Hubungan Antara Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi Intermittent ( <i>Oxic-Anoxic</i> ) Terhadap Persentase Penurunan COD.....	49

Gambar 4. 11 Hubungan Antara Jenis Media dan Rasio Waktu Oxic Terhadap Persentase Penurunan Total Nitrogen .....	51
Gambar 4. 12 Hubungan Antara Jenis Media dan Rasio Waktu Anoxic Terhadap Persentase Penurunan Total Nitrogen .....	52
Gambar 4. 13 Hubungan Antara Jenis Media dan Rasio Waktu Aerasi Intermittent (Oxic-Anoxic) Terhadap Persentase Penurunan Total Nitrogen.....	52
Gambar 4. 14 Hubungan antara jenis media dan rasio waktu aerasi intermitten terhadap nilai DO .....	55
Gambar 4. 15 Hubungan antara jenis media dan waktu tinggal terhadap nilai pH .....	57

## ABSTRAK

Limbah cair domestik merupakan sumber pencemar bagi perairan. Limbah ini mengandung bahan organik dan ammonia. Pengolahan biologis seperti biofilter aerob dapat digunakan untuk mendegradasi bahan organik dan ammonia. Biofilter aerob akan dikombinasikan dengan aerasi *intermittent* untuk memaksimalkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas proses pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter aerob yang dipadukan dengan aerasi *intermittent* untuk menurunkan parameter COD dan total nitrogen. Variasi yang digunakan ada dua yaitu jenis media dan rasio waktu aerasi *intermittent*. Media yang digunakan berupa bioball dan bioring. Sedangkan rasio waktu aerasi *intermittent* yang digunakan yaitu 6,5:1,5 jam (6,5 jam *oxic*-1,5 jam *anoxic*); 6:2 jam (6 jam *oxic*-2 jam *anoxic*); 5,5:2,5 jam (5,5 jam *oxic*-2,5 jam *anoxic*); dan 5:3 jam (5 jam *oxic*-3 jam *anoxic*). Aerasi *intermittent* dengan durasi *oxic* 6,5 jam - *anoxic* 1,5 jam yang diterapkan pada biofilter aerob dengan media bioball optimum mendegradasi parameter COD dan total nitrogen. Efisiensi removal COD mencapai 83,3% dan removal total nitrogen mencapai 87,7%

**Kata Kunci :** Biofilter, Limbah Cair Domestik, *Oxic* dan *Anoxic*, COD, Total Nitrogen

## **ABSTRACT**

*Domestic wastewater is a source of pollution for waters. This wastewater contains organic materials and ammonia. Biological treatment such as aerobic biofilters can be used to degrade organic materials and ammonia. The aerobic biofilter will be combined with intermittent aeration to maximize the nitrification and denitrification processes. This research aims to determine the effectiveness of the domestic wastewater treatment process using an aerobic biofilter combined with intermittent aeration to reduce COD and total nitrogen parameters. There are two variations used, namely media type and intermittent aeration time ratio. The media used are bioball and bioring. Meanwhile, the intermittent aeration time ratio used is 6.5:1.5 hours (6.5 hours oxic-1.5 hours anoxic); 6:2 hours (6 hours oxic-2 hours anoxic); 5.5:2.5 hours (5.5 hours oxic-2.5 hours anoxic); and 5:3 hours (5 hours oxic-3 hours anoxic). Intermittent aeration with a duration of oxic 6.5 hours - anoxic 1.5 hours applied to aerobic biofilter with bioball media optimum reduces COD and total nitrogen parameters. COD removal efficiency reached 83.3% and total nitrogen removal reached 87.7%*

**Keywords** : *Biofilter, Domestic Wastewater, Oxic and Anoxic, COD, Total Nitrogen*