

SKRIPSI

**PENYISIHAN COD, TSS, DAN TN PADA
LINDI TPA KLOTOK MENGGUNAKAN
*ANOXIC-OXIC MOVING BED BIOFILM
REACTOR (MBBR)***



Oleh:

TASYA AMBAR AIMIA

19034010032

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
TAHUN 2023**

SKRIPSI

**PENYISIHAN COD, TSS, DAN TN PADA
LINDI TPA KLOTOK MENGGUNAKAN
*ANOXIC-OXIC MOVING BED BIOFILM
REACTOR (MBBR)***



Oleh:

TASYA AMBAR AIMIA

19034010032

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA**

2023

**PENYISIHAN COD, TSS, DAN TN PADA LINDI TPA KLOTOK
MENGUNAKAN ANOXIC-OXIC MOVING BED BIOFILM REACTOR**

(MBBR)

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:

TASYA AMBAR AIMIA

NPM: 19034010032

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

2023

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENYISIHAN COD, TSS, DAN TN PADA LINDI TPA KLOTOK
MENGUNAKAN ANOXIC-OXIC MOVING BED BIOFILM REACTOR
(MBBR)**

Disusun Oleh :

TASYA AMBAR AIMIA
19034010032

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 08 September 2023

Menyetujui

Dosen Pembimbing,




Ir. Naniek Ratni Juliard A. R., M.Kes

NIP. 19590729 198603 2 001

Mengetahui

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Dr. Dra. Jariyah M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT KETERANGAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tasya Ambar Aimia
NIM : 19034010032
Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Penyisihan COD, TSS, dan TN pada Lindi TPA
Klotok Menggunakan *Anoxic – Oxic Moving Bed
Biofilm Reactor (MBBR)*

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 di setujui 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, 12 September 202

Yang Menyatakan



(Tasya Ambar Aimia)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Penyisihan COD, TSS, dan TN pada Lindi TPA Klotok menggunakan *Anoxic-Oxic Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*”**. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana bagi mahasiswa S1 pada program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan laporan skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosiawari, ST., MT. selaku Koordinator Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Naniek Ratni J.A.R., M. Kes., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu serta meluangkan banyak waktu dan tenaga untuk mengarahkan serta membimbing penyusunan ide hingga laporan akhir.
4. Bapak Ir. Tuhu Agung R., MT dan Bapak Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik.
5. Ibu Juli Winarti, S.T., selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang membantu dalam analisis laboratorium selama penyusunan skripsi berlangsung.

Penulisan Skripsi ini tentunya masih belum sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran serta masukan dari berbagai pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kami sendiri sebagai penulis dan juga para pembacanya.

Surabaya, September 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan skripsi ini juga tidak lepas dari peran berbagai pihak, maka dari itu penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, ibu, dan adik yang selalu memberikan doa, dukungan, dan menemani dalam setiap proses pengerjaan skripsi. Selain itu, kepada paman yang membantu dalam proses penyediaan alat bahan dan pembuatan reaktor penelitian, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.
2. Novita Dwi Ramayati, yang selalu siap membantu apapun dalam proses pengerjaan skripsi.
3. Naomi Tabita Pinilih, Aditya Anggara Kusuma, dan Tika Maudina yang membantu dan menyemangati penulis dalam pengerjaan skripsi.
4. Ilham Aziz, yang memberikan ide terkait penggunaan beberapa alat dalam melaksanakan penelitian sehingga penelitian bisa sesuai dengan metode yang diharapkan.
5. Siti Nurista Fitriani, Dhikma Pristika, Salsabila Prawardani, dan Dheo Irfandanny, yang mengajak mengerjakan skripsi sehingga bisa lebih produktif setiap harinya.
6. Amanda Elsa, yang sudah membantu dalam mengurus perizinan dan pengambilan data di Kota Kediri.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan Angkatan 2019 yang telah bersedia memberi saran, bertukar pikiran, dan saling menyemangati dalam menyelesaikan skripsi.

Semoga dukungan, doa, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini dapat membawa berkah bagi semua pihak.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB 2.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Umum	4
2.1.1. Karakteristik Air Lindi	4
2.1.2. Standar Baku Mutu Air Lindi.....	6
2.1.3. Parameter Pencemar dalam Penelitian	6
2.1.4. Pengolahan Air Limbah Secara Biologis	8
2.1.5. Proses Biologis <i>Anoxic</i> dan <i>Aerobic/Oxic</i>	9
2.1.6. <i>Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)</i>	10
2.1.7. Faktor-faktor yang memengaruhi MBBR	15
2.1.8. Kelebihan menggunakan MBBR	16
2.1.9. Media Biofilm	16
2.1.9.1. Kaldnes	16
2.1.9.2. <i>Spons/Biocube</i>	18
2.2. Landasan Teori.....	19
2.3. Penelitian Terdahulu	20

BAB 3.....	25
METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Kerangka Penelitian.....	25
3.2. Bahan dan Alat.....	28
3.3. Rancangan Reaktor.....	28
3.4. Cara Kerja.....	32
3.4.1. Tahap Persiapan.....	32
3.4.2. Proses <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi.....	32
3.4.3. Tahap Penelitian Utama.....	33
3.5. Variabel.....	35
3.6. Analisis Hasil.....	36
3.7. Jadwal Pelaksanaan.....	37
BAB 4.....	38
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Analisis pengaruh jenis media, volume media, dan HRT dalam menurunkan kadar COD, TSS dan TN.....	38
4.1.1. Penelitian Pendahuluan.....	38
4.1.2. Pengaruh Jenis Media terhadap Penurunan COD, TSS, dan TN.....	44
4.1.3. Pengaruh Volume Media terhadap Penurunan COD, TSS dan TN ...	50
4.1.4. Pengaruh HRT terhadap penurunan COD, TSS, dan TN.....	53
4.1.5. Pengaruh Jenis Media, Volume Media, dan HRT terhadap DO, pH, dan Suhu.....	60
4.1.6. Uji Statistik.....	64
4.2 Penelitian secara Kontinu.....	68
4.3 Identifikasi Mikroorganisme dalam Reaktor <i>Anoxic-Oxic Moving Bed Biofilm Reactor</i>	68
BAB 5.....	72
KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	74

LAMPIRAN A	80
LAMPIRAN B	94
LAMPIRAN C	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Lindi	5
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Lindi.....	6
Tabel 2. 3 Tipikal Parameter Operasi MBBR	15
Tabel 2. 4 Karakteristik Kaldnes.....	17
Tabel 2. 5 Karakteristik spon (<i>biocube</i>).....	18
Tabel 2. 6 Hasil Penelitian Sebelumnya	20
Tabel 3. 1 Karakteristik Media.....	29
Tabel 3. 2 Matriks penelitian	34
Tabel 3. 3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	37
Tabel 4. 1 Hasil Penelitian Pendahuluan.....	38
Tabel 4. 2 Rangkuman Hasil uji Mikroorganisme Proses Pengolahan Air Limbah	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Reaktor Oxic (b) Reaktor Anoxic-Anaerobic	12
Gambar 2. 2 Tipikal MBBR untuk berbagai aplikasi	15
Gambar 2. 3 Kaldnes K1 dan K3	17
Gambar 2. 4 Biocube.....	18
Gambar 3. 1 Alur pra-penelitian	26
Gambar 3. 2 Alur penelitian utama	27
Gambar 3. 3 Desain Reaktor (kiri) anoxic (kanan) oxic	29
Gambar 3. 4 Skenario reaktor <i>batch</i>	30
Gambar 3. 5 Skenario reaktor kontinyu	31
Gambar 4. 1 Grafik MLSS pada reaktor <i>anoxic-oxic</i> MBBR dengan media <i>biocube</i>	40
Gambar 4. 2 Grafik MLSS pada reaktor <i>anoxic-oxic</i> MBBR dengan media kaldnes K1	40
Gambar 4. 3 DO Pada Reaktor <i>Anoxic-Oxic</i> menggunakan Media Kaldnes K1 ..	40
Gambar 4. 4 DO Pada Reaktor <i>Anoxic-Oxic</i> menggunakan Media Biocube.....	41
Gambar 4. 5 pH Pada Reaktor <i>Anoxic-Oxic</i> menggunakan Media Kaldnes K1 ...	41
Gambar 4. 6 pH Pada Reaktor <i>Anoxic-Oxic</i> menggunakan Media <i>Biocube</i>	42
Gambar 4. 7 Suhu Pada Reaktor <i>Anoxic-Oxic</i> menggunakan Media Kaldnes K1	42
Gambar 4. 8 Suhu Pada Reaktor <i>Anoxic-Oxic</i> menggunakan Media <i>Biocube</i>	42
Gambar 4. 9 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan COD pada HRT 36	44
Gambar 4. 10 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan COD pada HRT 45	44
Gambar 4. 11 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan COD pada HRT 24	44
Gambar 4. 12 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan TSS pada HRT 24	46
Gambar 4. 13 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan TSS pada HRT 36	46

Gambar 4. 14 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan TSS pada HRT 45	46
Gambar 4. 15 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan TN pada HRT 2448	
Gambar 4. 16 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan TN pada HRT 3648	
Gambar 4. 17 Perbandingan Jenis Media Terhadap Penurunan TN pada HRT 4548	
Gambar 4. 18 Penyisihan COD Berdasarkan Volume Media dalam MBBR	50
Gambar 4. 19 Penyisihan TSS Berdasarkan Volume Media dalam MBBR	51
Gambar 4. 20 Penyisihan TN Berdasarkan Volume Media dalam MBBR.....	52
Gambar 4. 21Efisiensi penurunan COD pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 15%	53
Gambar 4. 22 Efisiensi penurunan COD pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 40%	53
Gambar 4. 23 Efisiensi penurunan COD pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 50%	54
Gambar 4. 24 Efisiensi penurunan TSS pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 15%	55
Gambar 4. 25 Efisiensi penurunan TSS pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 40%	56
Gambar 4. 26 Efisiensi penurunan TSS pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 50%	56
Gambar 4. 27 Efisiensi penurunan Total Nitrogen pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 15%	57
Gambar 4. 28 Efisiensi penurunan Total Nitrogen pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 40%.....	58
Gambar 4. 29 Efisiensi penurunan Total Nitrogen pada proses <i>anoxic-oxic</i> pada setiap HRT berdasarkan jenis dan volume media 50%.....	58
Gambar 4. 30 Nilai DO Pada Running <i>Batch</i> dengan Media <i>Biocube</i>	60
Gambar 4. 31 Nilai DO Pada Running <i>Batch</i> dengan Media Kaldnes K1	60
Gambar 4. 32 Nilai Suhu Pada Running <i>Batch</i> dengan Media Kaldnes K1	61
Gambar 4. 33 Nilai pH Pada Running <i>Batch</i> dengan Media <i>Biocube</i>	61
Gambar 4. 34 Nilai pH Pada Running <i>Batch</i> dengan Media Kaldnes K1	61

Gambar 4. 35 Nilai Suhu Pada Running <i>Batch</i> dengan Media <i>Biocube</i>	62
Gambar 4. 36 Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi COD terhadap Jenis Media, Volume Media, dan HRT.....	64
Gambar 4. 37 Data Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi TSS terhadap Jenis Media, Volume Media, dan HRT.....	65
Gambar 4. 38 Data Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi Total Nitrogen terhadap Jenis Media, Volume Media, dan HRT	66
Gambar 4. 39 Grafik penyisihan parameter pada <i>running</i> kontinu.....	68

ABSTRAK

Lindi merupakan cairan yang mengandung bahan yang terekstraksi, terlarut, dan tersuspensi dari sampah di TPA. Pada lindi TPA klotok terdapat beban pencemar yang belum memenuhi baku mutu, sehingga perlu dilakukan pengolahan. Pada penelitian ini parameter yang diturunkan yaitu COD, TSS, dan TN. *Anoxic-Oxic Moving Bed Biofilm Reactor* dipilih karena MBBR tidak membutuhkan area yang luas menghasilkan lumpur yang sedikit, lebih tahan menerima beban dengan COD yang tinggi, dan tidak membutuhkan *backwash* secara periodik. Diberlakukan variasi berupa jenis media, volume media, dan HRT dalam menurunkan konsentrasi parameter pencemar. Penelitian dilakukan secara *batch*-kontinu. Konsentrasi nilai parameter yang diturunkan memiliki nilai baik pada reaktor dengan media *biocube*/spons sebanyak 50% dari volume lindi dengan HRT 45 jam. Setelah *running* secara kontinu pada variasi terbaik untuk menurunkan parameter, didapatkan nilai COD, TSS, dan TN berturut-turut yaitu 160 mg/L , 132 mg/L , dan 21.70 mg/L . Sementara itu, rata-rata persentase penyisihan COD, TSS, dan TN berturut-turut yaitu sebesar 89.63%, 49.41%, dan 89.69%. Selain itu, dilakukan juga identifikasi mikroorganisme dalam proses *anoxic-oxic moving bed biofilm reactor* yang mana terdapat mikroorganisme seperti coliform, *Bacillus sp.*, dan *Pseudomonas sp.* didalamnya.

Kata kunci: *Anoxic-Oxic* MBBR, Kaldnes K1 dan *Biocube*, Lindi

ABSTRACT

Leachate is a liquid containing extracted, dissolved, and suspended materials from waste in a landfill. Leachate from Klotok landfill contains pollutant loads that do not meet the water quality standards, necessitating treatment. In this study, parameters considered were COD, TSS, and TN. Anoxic-Oxic Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) was chosen due to its compact footprint, low sludge production, ability to handle high COD loads, and not requiring periodic backwash. Variations including media type, media volume, and Hydraulic Retention Time (HRT) were applied to reduce pollutant parameter concentrations. The experiment was conducted in batch-continuous mode. The derived parameter concentrations yielded promising results using a biocube/sponge media in the reactor, constituting 50% of the leachate volume, with an HRT of 45 hours. Upon continuous operation under the best variations for parameter reduction, COD, TSS, and TN values were achieved as 160 mg/L, 132 mg/L, and 21.70 mg/L, respectively. Meanwhile, the average removal percentages for COD, TSS, and TN were 89.63%, 49.41%, and 89.69% respectively. Additionally, microorganism identification was performed in the anoxic-oxic moving bed biofilm reactor, revealing the presence of microorganisms such as coliforms, Bacillus sp., and Pseudomonas sp.

Keywords: Anoxic-Oxic MBBR, Kaldnes K1 and Biocube, Leachate