

**SKRIPSI**

**PROSES OXIC-ANOXIC  
*MOVING BED BIOFILM REACTOR* (MBBR)  
UNTUK MEREMOVAL PARAMETER ORGANIK  
PADA IPLT LIMBAH TINJA**



Oleh:

**VALENTINO RIZKIAR PRADANA**  
NPM. 18034010021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2023**

**SKRIPSI**

**PROSES OXIC-ANOXIC  
*MOVING BED BIOFILM REACTOR (MBBR)*  
UNTUK MEREMOVAL PARAMETER ORGANIK  
PADA IPLT LIMBAH TINJA**



Oleh:

**VALENTINO RIZKIAR PRADANA**  
NPM. 1803401021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2023**

**PROSES OXIC-ANOXIC MOVING BED BIOFILM REACTOR (MBBR)  
UNTUK MEREMOVAL PARAMETER ORGANIK  
PADA IPLT LIMBAH TINJA**

**SKRIPSI**

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

Diajukan Oleh:

**VALENTINO RIZKIAR PRADANA**

**NPM:18034010021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JATIM  
SURABAYA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI / TUGAS AKHIR**

**PROSES OXIC-ANOXIC  
MOVING BED BIOFILM REACTOR (MBBR)  
UNTUK MEREMOVAL PARAMETER ORGANIK  
PADA IPLT LIMBAH TINJA**

Oleh:

**VALENTINO RIZKIAR PRADANA**

**18034010021**

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

**Pembimbing I,**



**Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.**

**NIP. 19620501 198803 1 001**

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



**Dr. Dra. Jarivah. MP**

**NIP. 19650403 199103 2 001**

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Valentino Rizkiar Pradana  
NPM : 18034010021  
Fakultas /Program Studi : Fakultas Teknik / Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi/Tugas Akhir/  
Tesis/Desertasi :

### PROSES OXIC-ANOXIC MOVING BED BIOFILM REACTOR (MIBBR) UNTUK MEREMOVAL PARAMETER ORGANIK PADA IPLT LIMBAH TENJA

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, 19 Januari 2023

Yang Menyatakan



( Valentino Rizkiar Pradana )

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas besar yang berjudul “Proses Oxic Anoxic *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) Untuk Meremoval Parameter Organik Pada IPLT Limbah Tinja” ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. NovirinaHendrasarie, MT. selaku koordinator Progdi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan kami.
4. Orang Tua dan keluarga yang selalu ikhlas mendoakan anaknya dalam setiap doa yang dipanjatkan yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian laporan ini.
5. Teman-teman satu dosen pembimbing dan teman-teman angkatan 2018 yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian proposal ini.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 7 Januari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan 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 Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik (SPALD).....	4
2.1.2 Lumpur Tinja.....	4
2.1.3 Karakteristik Lumpur Tinja.....	4
2.1.4 Parameter Lumpur Tinja.....	6
2.1.5 Parameter Pencemar yang Akan Diturunkan dalam Penelitian.....	8
2.1.6 Baku Mutu Lumpur Tinja.....	9
2.2 Landasan Teori .....	10
2.2.1 Proses Pengolahan Biologis.....	10
2.2.2 Proses Biakan Tersuspensi ( <i>Suspended Growth</i> ) .....	11
2.2.3 Proses Biakan Melekat ( <i>Attached Growth</i> ) .....	11

2.2.4 Proses Aerobik/ <i>Oxic</i> .....	11
2.2.5 Proses <i>Anoxic</i> .....	13
2.2.6 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR).....	14
2.2.7 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Proses MBBR.....	15
2.2.8 Media Biofilm.....	16
2.2.9 <i>Microbubble pump</i> .....	18
2.3 Hipotesis.....	19
2.4 Penelitian Terdahulu.....	20
BAB 3 .....	24
METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Kerangka Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan .....	27
3.3 Cara Kerja.....	27
3.3.1 Tahap Persiapan.....	27
3.3.2 Proses <i>Batch</i> ( <i>Seeding &amp; Aklimatisasi</i> ).....	28
3.3.3 Proses <i>Continue</i> (Penelitian Utama).....	29
3.4 Variabel yang ditetapkan .....	29
3.5 Rancangan Reaktor.....	30
3.6 Analisis Hasil.....	32
BAB 4 .....	33
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil Penelitian.....	33
4.2 Pembahasan .....	33
4.2.1 <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi .....	33
4.2.2 Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap % Penyisihan COD.....	36
4.2.3 Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap % Penyisihan NH <sub>3</sub> -N .....	38
4.2.4 Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap % Penyisihan TDS .....	40
4.2.5 Pengaruh Volume Isian Terhadap % Penyisihan COD .....	42
4.2.6 Pengaruh Volume Isian Terhadap % Penyisihan NH <sub>3</sub> -N .....	43



4.2.7 Pengaruh Volume Isian Terhadap % Penyisihan TDS.....	46
4.2.8 Pengaruh <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) Terhadap Proses MBBR.....	47
4.2.9 Pengaruh pH Terhadap Proses MBBR.....	51
4.2.10 Bakteri Pada Proses <i>Moving Bed Biofilm Reaktor</i> (MBBR).....	53
4.2.11 Ringkasan Kinerja Reaktor MBBR.....	54
BAB 5 .....	56
KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	58
LAMPIRAN A.....	62
LAMPIRAN B .....	69
LAMPIRAN C .....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaktor pada proses oxic.....	12
Gambar 2.2 Reaktor pada proses anoxic.....	13
Gambar 2.3 Bioball tipe Golf (kiri), Kaldnes K5 (Kanan).....	17
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Skema Reaktor MBBR.....	30
Gambar 3.3 Layout Reaktor MBBR. ....	31
Gambar 4.1 (a) Media kaldnes K5 pada hari ke – 0,.....	34
Gambar 4.2 Hubungan Waktu Aklimatisasi Dengan Konsentrasi Limbah Terhadap Penyisihan Nilai COD.....	36
Gambar 4.3 Persentase Penurunan Nilai COD Terhadap Waktu Tinggal .....	37
Gambar 4.4 Persentase Penurunan Nilai NH <sub>3</sub> -N Terhadap Waktu Tinggal .....	39
Gambar 4.5 Persentase Penurunan Nilai TDS Terhadap Waktu Tinggal .....	41
Gambar 4.6 Persentase Penurunan Nilai COD Terhadap Volume Isian Media .....	42
Gambar 4.7 Persentase Penurunan Nilai NH <sub>3</sub> -N Terhadap Volume Isian Media.....	44
Gambar 4.8 Persentase Penurunan Nilai TDS Terhadap Volume Isian Media .....	46
Gambar 4.9 Hubungan Waktu Oxic dan Kandungan Oksigen Terlarut pada Kondisi Oxic .....	49
Gambar 4.10 Hubungan Waktu Anoxic dan Kandungan Oksigen Terlarut pada Kondisi Anoxic .....	50
Gambar 4.11 Hubungan Waktu Tinggal dengan Porositas Media Terhadap Derajat Keasaman (pH).....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Tinja.....	5
Tabel 2.2 Karakteristik Limbah Tinja Didunia.....	5
Tabel 2.3 Karakteristik Limbah Tinja IPLT Keputih.....	6
Tabel 2.4 Baku Mutu Limbah Tinja.....	10
Tabel 2.5 Tipikal Desain Proses <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> .....	16
Tabel 2.6 Spesifikasi Luas Permukaan Media .....	18
Tabel 2.7 Spesifikasi Media Kaldnes.....	18
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu .....	21
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Tinja .....	33
Tabel 4.2 Pengaruh Waktu Aklimatisasi dan Konsentrasi Limbah Terhadap Penyisihan COD (mg/L).....	35
Tabel 4.3 Hasil Oksigen Terlarut Pada Kondisi Oxic.....	48
Tabel 4.4 Hasil Oksigen Terlarut Pada Kondisi Anoxic.....	50
Tabel 4.5 Pengaruh Waktu Tinggal dan Volume Isian Media Terhadap Nilai Derajat Keasaman (pH).....	51
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Analisis dengan Baku Mutu .....	55

## ABSTRAK

Lumpur tinja (*black water*) merupakan sumber pencemar yang terdiri dari material organik dan mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan lainnya. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat BOD, TSS, COD, TDS dan Amonia yang perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air atau sungai. Salah satu proses pengolahan yang bisa digunakan untuk mengolah lumpur tinja adalah Moving Bed Biofilm Reactor. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi volume isian media yaitu 15%, 30%, dan 45% dan variasi waktu tinggal (proses oxic dan anoxic) yaitu 3 jam (Oxic 1,5 – Anoxic 1,5), 6 jam (Oxic 3 – Anoxic 3), 9 jam (Oxic 4,5 – Anoxic 4,5), 12 jam (Oxic 6 – Anoxic 6) serta 15 jam (Oxic 7,5 – Anoxic 7,5). Adapun parameter yang diuji adalah COD, TDS, dan Amonia. Dalam Penelitian ini, dilakukan proses pendahuluan terlebih dahulu yaitu proses seeding dan aklimatisasi, lalu dilanjutkan dengan proses penelitian utama. Pada penelitian utama (*continue*) dilakukan untuk mendapatkan kemampuan reaktor MBBR dalam mentisihkan parameter yang sudah ditentukan, volume isian media, dan waktu tinggal mana yang paling optimum. Kondisi *aerob/oxic* berjalan dengan menyalakan bubble aerator dan pompa submersible dan menjaga kondisi oksigen terlarut (DO) agar  $> 2$  mg/L, setelah itu dilanjutkan dengan kondisi anoksik dengan menyalakan pompa submersible saja dan kondisi oksigen terlarut (DO) dijaga agar berada pada  $< 2$  mg/L. Dari hasil penelitian dapat diketahui volume isian dengan persen removal terbaik terdapat pada volume isian media 45% mampu menurunkan COD sebesar 89,64%, TDS sebesar 79,64%, dan  $\text{NH}_3\text{-N}$  sebesar 95,76%. Adapun variasi waktu tinggal selama 15 jam yang terbagi 7,5 jam Oxic dan 7,5 jam Anoxic, menghasilkan persen removal yang paling optimum.

**Kata Kunci :** MBBR, Kaldness K5, Lumpur Tinja, Oxic, Anoxic

## ABSTRACT

Fecal sludge (black water) is a source of pollutants consisting of organic material and microorganisms such as bacteria, viruses, and others. Based on the Ministry of Public Works & Public Housing BOD, TSS, COD, TDS and Ammonia which need to be processed first before being discharged into water bodies or rivers. One of the treatment processes that can be used to treat sludge is the Moving Bed Biofilm Reactor. The independent variables used in this study were variations in volume of media filling, namely 15%, 30%, and 45% and variations in height time (oxic and anoxic processes), namely 3 hours 3 (Oxic 1.5 – Anoxic 1.5), 6 hours. (Oxic 3 – Anoxic 3), 9 hours (Oxic 4.5 – Anoxic 4.5), 12 hours (Oxic 6 – Anoxic 6) and 15 hours (Oxic 7.5 – Anoxic 7.5). The parameters tested were COD, TDS, and Ammonia. In this study, a preliminary process was carried out, namely the process of seeding and acclimatization, then continued with the main research process. In the main (continue) research conducted to obtain the ability of the MBBR reactor to set aside the parameters that have been determined, the volume of media filling, and which residence time is the most optimum. Aerob/oxic conditions run by turning on the bubble aerator and submersible pump and maintaining dissolved oxygen (DO) conditions so that they are  $> 2$  mg/L, after that they are continued with anoxic conditions by turning on the submersible pumps only and maintaining dissolved oxygen (DO) conditions so that they are  $< 2$ mg/L. From the research results it can be seen that the fill volume with the best percent removal is found in media filled volume of 45% which can reduce COD by 89.64%, TDS by 79.64%, and NH<sub>3</sub>-N by 95.76%. The variation of residence time for 15 hours divided into 7.5 hours of Oxic and 7.5 hours of Anoxic resulted in the most optimum percent removal.

**Keywords :** MBBR, Kaldness K5, Fecal Sludge, Oxic, Anoxic