

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI RPH
MENGUNAKAN INTERMITTEN MOVING BED
BIOFILM REACTOR UNTUK MENURUNKAN COD
DAN NH₃-N**

SKRIPSI



Oleh :

FAWWAZ AKHDAN PRADITYA
NPM: 21034010138

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

2025

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI RPH
MENGUNAKAN INTERMITTEN MOVING BED BIOFILM
REACTOR UNTUK MENURUNKAN COD DAN NH₃-N**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

**FAWWAZ AKHDAN PRADITYA
NPM: 21034010138**

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

SURABAYA

2025

LEMBAR PERSETUJUAN
PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI RPH
MENGUNAKAN INTERMITTEN MOVING BED BIOFILM
REACTOR UNTUK MENURUNKAN COD DAN NH₃-N

Disusun Oleh:


Fawwaz Akhdan Praditya

NPM: 21034010138

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Raden Kokoh Haryo P ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026


Muhammad A.S. Jawwad, S.T., M.Sc.
NIP./NPT. 19940727 202406 1001

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN
PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI RPH
MENGGUNAKAN INTERMITTEN MOVING BED BIOFILM
REACTOR UNTUK MENURUNKAN COD DAN NH3-N

Disusun Oleh:


Fawwaz Akhdan Praditya
NPM: 21034010138

Telah Diuji Kebenaran Oleh Tim Penguji dan Diterbitkan Pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

TIM PENGUJI

Pembimbing 1


Raden Kekoh Haryo P ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

1. Ketua


Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007

Pembimbing 2

2. Anggota


Muhammad A.S. Jawwad, S.T., M.Sc
NIP./NPT. 19940727 202406 1001


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001

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


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

LEMBAR REVISI

PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI RPH MENGUNAKAN INTERMITTEN MOVING BED BIOFILM REACTOR UNTUK MENURUNKAN COD DAN NH₃-N

Disusun Oleh:


Fawwaz Akhdan Praditya
NPM: 21034010138

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 2 Desember 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fawwaz Akhdan Praditya
NPM : 21034010138
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, 2 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan



Fawwaz Akhdan Praditya
NPM. 21034010138

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga selama proses pengerjaan penelitian ini, Penulis mampu untuk menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengolahan Air Limbah Industri RPH Menggunakan Intermitten *Moving Bed Biofilm Reactor* Untuk Menurunkan COD dan $\text{NH}_3\text{-N}$ ”** dengan lancar. Penulis sangat berharap penyusunan skripsi dapat diterima sebagai syarat kelulusan untuk memperoleh gelar S-1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur serta dapat berguna untuk wawasan serta pengetahuan bagi pembaca. Dalam penyusunan laporan ini, kami menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Firra Rosariawari, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Raden Kokoh Haryo Putro, ST., MT., dan Muhamad Abdus Salam Jawwad, ST., MSc., selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan banyak pengarahan, motivasi dan masukannya untuk penyelesaian penelitian skripsi ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan dan Staf Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan segenap ilmunya selama perkuliahan.
6. Kedua orang tua tercinta serta keluarga besar yang tiada henti memberikan Do’a, kasih sayang, motivasi serta dukungan yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
7. Irvina Febrianti, atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tidak pernah putus selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena

selalu menjadi tempat bercerita, menguatkan ketika timbul rasa lelah dan ingin menyerah, serta mengingatkan untuk terus berusaha hingga penelitian ini dapat terselesaikan.

8. Teman-teman Teknik Lingkungan 2021 yang telah memberikan semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

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

Surabaya, 21 Oktober 2025

Penulis

ii
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	10
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.1.1 Industri Rumah Potong Ayam	5
2.1.2 Limbah Industri Rumah Potong Ayam	5
2.1.3 Baku Mutu Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan	6
2.1.4 Karakteristik Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Teknologi Moving Bed Biofilm Reaktor	8
2.2.2 Media Batu Apung	9
2.2.3 Proses Aerasi Intermitten	10

2.3 Penelitian Terdahulu	12
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	15

3.1 Kerangka Penelitian	15
3.2 Variabel Penelitian	17
3.2.1 Variabel Tetap	17
3.2.2 Variabel Bebas	17
3.2.3 Variabel Kontrol.....	18
3.3 Alat dan Bahan	19
3.3.1 Alat	19
3.3.2 Bahan	19
3.4 Cara Kerja	19
3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel	20
3.4.2 Tahap Persiapan	20
3.4.3 Analisis Karakteristik Awal	20
3.4.4 Proses Batch (Tahap Seeding Dan Aklimatisasi).....	21
3.4.5 Proses Continue (Penelitian Utama)	22
3.5 Pembuatan Reaktor	22
3.6 Pelaksanaan Penelitian	24
3.7 Tahap Analisis Data	24
3.8 Matriks Penelitian	30
3.9 Jadwal Kegiatan	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Analisis Karakteristik Awal Limbah Rumah Potong Hewan	33
4.2 Seeding	34
4.3 Aklimatisasi	41
4.4 Hasil Analisis Efektivitas Removal Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermittent	49

4.4.1 Pembahasan Hasil Analisis Efektivitas Removal Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermitten.....	57
4.5 Hasil Analisis Efektivitas Removal Parameter Amonia ($\text{NH}_3 - \text{N}$) Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermittent	60
4.5.1 Pembahasan Hasil Analisis Efektivitas Removal Parameter Amonia ($\text{NH}_3 - \text{N}$) Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermitten	68
4.6 Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Dan Isian Media Terhadap Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermitten	70
4.6.1 Pembahasan Hasil Uji Statistik ANOVA Two- Way Terhadap Pengaruh Variasi Isian Media dan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan COD	76
4.7 Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Dan Isian Media Terhadap Parameter Amonia ($\text{NH}_3 - \text{N}$) Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermitten	77
4.7.1 Pembahasan Hasil Uji Statistik ANOVA Two- Way Terhadap Pengaruh Variasi Isian Media dan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Amonia ($\text{NH}_3 - \text{N}$)	82
4.8 Hasil Perhitungan Rasio F/M (<i>Food to Microorganisme</i>) Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermittent	84
4.8.1 Uji Statistik Menggunakan Regresi Linier Sederhana Untuk Mengetahui Pengaruh Rasio F/M Terhadap Penurunan COD dan Amonia	90
4.9 Hasil Uji Parameter pH Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermittent	93
4.10 Hasil Uji Parameter <i>Dissolve Oxygen</i> (DO) Pada Pengolahan Air	

Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermittent	95
4.11 Hasil Uji Parameter Suhu Pada Pengolahan Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan Menggunakan MBBR Secara Intermittent	97
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1 Kesimpulan	100
5.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	107
LAMPIRAN A	108
LAMPIRAN B	124
LAMPIRAN C	
130 LAMPIRAN D	132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	16
Gambar 3. 2 Titik Lokasi Pengambilan Sampel	20
Gambar 3. 3 Desain reaktor MBBR	23
Gambar 4. 1 Grafik persen removal parameter Chemical Oxygen Demand (COD)	51
Gambar 4. 2 Grafik persen removal parameter Chemical Oxygen Demand (COD)	53
Gambar 4. 3 Grafik persen removal parameter Chemical Oxygen Demand (COD)	56

Gambar 4. 4	Grafik persen removal parameter Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)	62
Gambar 4. 5	Grafik persen removal parameter Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)	64
Gambar 4. 6	Grafik persen removal parameter Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)	67
Gambar 4. 7	Hasil Analisis ANOVA two-way pada sampling 1 COD	72
Gambar 4. 8	Hasil Analisis ANOVA two-way pada sampling 2 COD	73
Gambar 4. 9	Hasil Analisis ANOVA two-way pada sampling 2 COD	75
Gambar 4. 10	Hasil Analisis ANOVA two-way pada sampling 1 Amonia	78
Gambar 4. 11	Hasil Analisis ANOVA two-way pada sampling 2 Amonia	80
Gambar 4. 12	Hasil Analisis ANOVA two-way pada sampling 2 Amonia	81
Gambar 4. 13	Chart nilai Rasio F/M Sampling 1	88
Gambar 4. 14	Chart nilai Rasio F/M Sampling 2	88
Gambar 4. 15	Chart nilai Rasio F/M Sampling 3	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku mutu air limbah industri rumah potong hewan	6
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian	31
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan	32
Tabel 4. 1 Hasil analisis karakteristik awal limbah RPH	33
Tabel 4. 2 Hasil analisis MLSS day 7	35
Tabel 4. 3 Hasil analisis MLSS day 10	37
Tabel 4. 4 Hasil analisis MLSS day 13	39
Tabel 4. 5 Hasil analisis MLSS day 15	40
Tabel 4. 6 Hasil analisis penurunan COD pada tahap aklimatisasi hari ke- 1.....	42
Tabel 4. 7 Hasil analisis penurunan COD pada tahap aklimatisasi hari ke- 2.....	44
Tabel 4. 8 Hasil analisis penurunan COD pada tahap aklimatisasi hari ke- 3.....	46
Tabel 4. 9 Hasil analisis penurunan COD pada tahap aklimatisasi hari ke- 4.....	48
Tabel 4. 10 Hasil uji parameter Chemical Oxygen Demand (COD) sampling ke- 1	50
Tabel 4. 11 Hasil uji parameter Chemical Oxygen Demand (COD) sampling ke- 2	52
Tabel 4. 12 Hasil uji parameter Chemical Oxygen Demand (COD) sampling ke- 3	54
Tabel 4. 13 Hasil uji parameter Amonia (NH ₃ -N) sampling ke- 1	61
Tabel 4. 14 Hasil uji parameter NH ₃ -N sampling ke- 2	63
Tabel 4. 15 Hasil uji parameter NH ₃ -N sampling ke- 3	66
Tabel 4. 16 Hasil Analisa MLSS Rata – rata pada tiap reaktor	84
Tabel 4. 17 Hasil Analisa Nilai F/M dari tiap reaktor	86
Tabel 4. 18 Hasil uji parameter pH	94
Tabel 4. 19 Hasil analisis parameter Dissolve Oxygen (DO)	96

Tabel 4. 20 Hasil analisis parameter Suhu (°C) 98

ABSTRAK

Pengolahan Air Limbah Industri Rph Menggunakan Intermitten *Moving Bed Biofilm Reactor* Untuk Menurunkan COD Dan NH₃-N

Fawwaz Akhdan Praditya

NPM 21034010138

Air limbah rumah potong hewan (RPH) mengandung beban pencemar organik dan anorganik yang sangat tinggi, terutama Chemical Oxygen Demand (COD) dan Amonia (NH₃-N), yang dapat mencemari lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan. Salah satu teknologi pengolahan biologis yang potensial adalah Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan sistem aerasi intermitten, yang memanfaatkan media batu apung sebagai tempat tumbuh biofilm mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dengan sistem operasi intermitten menggunakan media batu apung dalam menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Amonia (NH₃-N) pada limbah cair rumah potong hewan (RPH). Variasi yang diuji meliputi rasio isian media (25%, 35%, dan 45%) serta waktu tinggal hidrolik (4, 6, dan 8 jam) dengan siklus oxic-anoxic yang seimbang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan rasio media dan waktu tinggal berpengaruh nyata terhadap efisiensi penyisihan polutan. Kombinasi terbaik diperoleh pada rasio media 45% dengan waktu tinggal 8 jam, yang menghasilkan efisiensi penyisihan COD hingga 87% dan amonia hingga 82,8%. Temuan ini mengindikasikan bahwa media batu apung mampu menyediakan luas permukaan biofilm yang optimal untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme nitrifikasi–denitrifikasi serta mempercepat proses degradasi organik. Dengan demikian, teknologi MBBR intermitten berbasis media batu apung dapat menjadi alternatif yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan dalam pengolahan limbah cair RPH.

Kata kunci: Limbah cair RPH, MBBR, aerasi intermitten, batu apung, COD, amonia.

ABSTRACT

Treatment of Slaughterhouse Wastewater Using an Intermittent Moving Bed

Biofilm Reactor for COD and NH₃-N Removal

Fawwaz Akhdan Praditya

NPM 21034010138

Slaughterhouse wastewater contains a high load of organic and inorganic pollutants, particularly Chemical Oxygen Demand (COD) and Ammonia (NH₃-N), which can cause severe environmental pollution if discharged untreated. A promising biological treatment technology is the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) with an intermittent aeration system, utilizing pumice stone as a biofilm carrier for microbial growth. This study aims to evaluate the effectiveness of the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) operated under an intermittent aeration system using pumice stone media in reducing Chemical Oxygen Demand (COD) and Ammonia (NH₃-N) in slaughterhouse wastewater. The variations tested included media filling ratios (25%, 35%, and 45%) and hydraulic retention times (4, 6, and 8 hours) with a balanced oxic-anoxic cycle. The results indicated that increasing the media ratio and retention time significantly improved pollutant removal efficiency. The best performance was achieved at a 45% media ratio with an 8-hour retention time, resulting in COD removal of up to 87% and ammonia removal of up to 82.8%. These findings suggest that pumice stone provides an optimal biofilm surface area to support nitrification–denitrification processes and enhance organic degradation. Therefore, the intermittent MBBR system with pumice stone media offers an effective, economical, and environmentally friendly alternative for slaughterhouse wastewater treatment.

Keywords: *Slaughterhouse wastewater, MBBR, intermittent aeration, pumice stone, COD, ammonia.*