

**INTERMITTENT MOVING BED BIOFILM REACTOR DENGAN
PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK PENYISIHAN AMONIA DAN
NITRAT PADA LIMBAH TINJA**

SKRIPSI



Oleh :

RADEN REONALD ADHI WIBOWO

NPM 22034010102

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

2026

**INTERMITTENT MOVING BED BIOFILM REACTOR DENGAN
PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK PENYISIHAN AMONIA
DAN NITRAT PADA LIMBAH TINJA**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

RADEN REONALD ADHI WIBOWO

NPM: 22034010102

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

**INTERMITTENT MOVING BED BIOFILM REACTOR DENGAN
PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK PENYISIHAN AMONIA
DAN NITRAT PADA LIMBAH TINJA**

Disusun Oleh:

Raden Reonald Adhi Wibowo

NPM 22034010102

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing

Rizka Novembrianto, S.T., M.T

NIP./NPT. 198711272025211062

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

**INTERMITTENT MOVING BED BIOFILM REACTOR DENGAN
PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK PENYISIHAN AMONIA
DAN NITRAT PADA LIMBAH TINJA**

Disusun Oleh:

Raden Reonald Adhi Wibowo

NPM. 22034010102

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)**

Menyetujui,

Pembimbing

TIM PENGUJI

1. Ketua

Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NIP./NPT. 198711272025211062

Firra Rosariawati, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

2. Anggota

P. S. Ardisty Sitogasa, ST., MT.
NIP./NPT. 19901001 202406 2 001

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

**INTERMITTENT MOVING BED BIOFILM REACTOR DENGAN
PENAMBAHAN ZEOLIT UNTUK PENYISIHAN AMONIA
DAN NITRAT PADA LIMBAH TINJA**

Disusun Oleh:

Raden Reonald Adhi Wibowo

NPM. 22034010102

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 17 Juli 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Firra Rosariawati, S.T., M.T.

NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

P.S Ardisty Sitogasa, ST., MT..

NIP./NPT. 19901001 202406 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raden Reonald Adhi Wibowo

NPM : 22034010102

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah 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 di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapa pun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 21 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan,



Raden Reonald Adhi Wibowo
22034010102

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Intermittent Moving Bed Biofilm Reactor* Dengan Penambahan Zeolit Untuk Penyisihan Amonia dan Nitrat Pada Limbah Tinja” dengan baik. Penulis menyadari bahwa pembuatan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya kerja sama, bantuan, dukungan, bimbingan, arahan, petunjuk, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof., Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Rizka Novembrianto S.T. M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir
4. Ibu penulis yang selalu dan tidak pernah absen dalam berdo’a, mendukung, menasehati, membimbing dan melakukan banyak hal baik yang tak terhitung jumlahnya bagi penulis. Yang selalu mengajarkan penulis untuk selalu bersyukur dan tidak pernah menyerah dalam menggapai cita-cita, yang selalu mengajaran penulis untuk menjadi pribadi yang memiliki *value* serta ilmu yang bermanfaat
5. Alm. Ayah penulis yang selalu mengajarkan penulis untuk tidak pernah mengeluh terhadap semua masalah yang dihadapi, membentuk kepribadian, kekuatan mental dan cara berpikir penulis hingga bisa menjadi seperti sekarang
6. Daneswari Mahayu Wisesa S.T. dan RR. Aretta Pradipta Jiwa S.IP., M.SM. sebagai kakak penulis sekaligus *Role Model* yang telah membantu serta menginspirasi penulis untuk menjadi pribadi yang tidak pernah menyerah dan memanfaatkan peluang sekecil apapun dalam menempuh Pendidikan.
7. Sahabat penulis. Adit Satria, Zidane Syah, Ahmad Faza, Bintang Wibowo, Rudy Sairuddin, Favian Haidar, Achmad Rheiza, Naafi Rachmatullah,

Abdul Hamidi, Rezan Dwi, Gibran Alghafari, Hilmy Febriansyah, Farhan Maulana, Zidan Sibromulis, Sandi Alifian, Rizal Rosyadi, Ananda Candra, Lashul, Naufal Rozaqqi, Evan Yavi, Dicky Kartika, Muhammad Ferry, Ragil Prasetyo, Thomas Satrio, Sultan Fatahillah, Reza Pahlevi, Hubaib Muhammad. Yang telah membantu penulis dalam segala hal sepanjang proses pengerjaan tugas akhir dan selama masa kuliah penulis

8. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 yang telah membantu selama proses pengerjaan tugas akhir.
9. Seluruh kakak dan adik tingkat Teknik Lingkungan yang telah membantu selama proses pengerjaan tugas akhir.
10. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu
11. Seseorang yang telah banyak membantu, yang tidak atau belum bisa penulis sebutkan.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan maupun kesalahan, baik dari segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan agar segala kekurangan tersebut dapat dijadikan bahan evaluasi dan perbaikan di masa yang akan datang. Penulis juga berharap laporan ini dapat memberikan manfaat yang baik, tidak hanya untuk penulis tetapi juga bagi para pembaca.

Surabaya, 8 Maret 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
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.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Instalasi Pengolahan Limbah Tinja	5
2.1.2 Lumpur Tinja.....	6
2.1.3 Karakteristik Lumpur Tinja.....	6
2.1.4 Baku Mutu Limbah Tinja	10
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Amonia dan Nitrat Dalam Limbah.....	11
2.2.2. <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i>	13
2.2.3. Sistem Operasi MBBR <i>Intermittent</i>	16
2.2.4. Media Kaldnes	17
2.2.5 Zeolit	18
2.2.6 Kombinasi Proses Adsorpsi dan Biologis	21
2.2.7. Faktor Penyisihan Amonia dan Nitrat	23
2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Kerangka Penelitian	27
3.2 Bahan dan Alat	28
3.2.1 Bahan.....	28

3.2.2	Alat	29
3.3	Cara Kerja	29
3.3.1	Lokasi Pengambilan Sampel	29
3.3.2	Tahap Persiapan	30
3.3.3	Analisis Karakter Awal	30
3.3.4	Proses <i>Batch</i> (Tahap <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi)	31
3.3.5	Proses Penelitian Utama	32
3.3.6	Pembuatan Reaktor	33
3.3.7	Pelaksanaan Penelitian	36
3.3.8	Pengambilan Sampel Pada Penelitian Utama	37
3.4	Variabel	38
3.4.1	Variabel Tetap	39
3.4.2	Variabel Bebas	39
3.4.3	Variabel Terikat	39
3.4.4	Variabel Kontrol	40
3.5	Analisis Hasil	40
3.5.1	Analisis Parameter	40
3.5.2	Analisis Data	42
3.6	Jadwal Kegiatan	43
3.7	Matriks Penelitian	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Hasil Penelitian	46
4.1.1	Karakteristik Limbah Tinja	46
4.1.2	<i>Seeding</i>	46
4.1.3	Aklimatisasi	52
4.1.4	Hasil Uji Parameter DO (<i>Dissolved Oxygen</i>) Pada Pengolahan Air Limbah Tinja Dengan MBBR	58
4.1.5	Hasil Uji Parameter pH Pada Pengolahan Air Limbah Tinja Dengan MBBR	59
4.1.6	Hasil Uji Parameter Suhu Pada Pengolahan Air Limbah Tinja Dengan MBBR	60

4.1.7	Hasil Uji Parameter COD Pada Pengolahan Air Limbah Tinja Dengan MBBR.....	61
4.1.8	Hasil Uji Parameter Amonia Pada Pengolahan Air Limbah Tinja Dengan MBBR.....	62
4.1.9	Hasil Uji Parameter Nitrat Pada Pengolahan Air Limbah Tinja Dengan MBBR.....	64
4.2	Pembahasan.....	65
4.2.1	<i>Seeding</i>	65
4.2.2	Aklimatisasi	73
4.2.3	Pengaruh Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Parameter <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	78
4.2.4	Pengaruh Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Parameter pH.....	81
4.2.5	Pengaruh Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Parameter Suhu	84
4.2.6	Pengaruh Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Parameter COD	87
4.2.7	Pengaruh Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Parameter Amonia (NH ₃ -N).....	92
4.2.8	Pengaruh Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Parameter Nitrat (NO ₃ -N)	98
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA		105
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS.....		114
LAMPIRAN B PERHITUNGAN DAN PROSEDUR ANALISIS		127
LAMPIRAN C DOKUMENTASI		131
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG		134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Keputih	5
Gambar 2. 2 Siklus Nitrogen	13
Gambar 2. 3 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i>	14
Gambar 2. 4 Sistem <i>Intermittent</i>	16
Gambar 2. 5 Fase <i>Oxic</i> dan <i>Anoxic</i>	17
Gambar 2. 6 Media Kaldnes	18
Gambar 2. 7 Zeolit Alam	19
Gambar 2. 8 Pertukaran ion Amonium dan Zeolit.....	20
Gambar 2. 9 Zeolit Sebelum Dilakukan Aktivasi.....	21
Gambar 2. 10 Zeolit Teraktivasi	21
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	28
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	29
Gambar 3. 5 Desain Reaktor Fase <i>Oxic</i>	33
Gambar 3. 6 Desain Reaktor Fase <i>Anoxic</i>	34
Gambar 3. 7 <i>Set Up</i> Reaktor MBBR	35
Gambar 3. 8 <i>Layout</i> Reaktor.....	35
Gambar 3. 9 Variasi Siklus 3:3:3:3	38
Gambar 3. 10 Variasi Siklus 4:2:4:2	38
Gambar 4. 1 Nilai MLSS Hari Ke-7	65
Gambar 4. 2 Nilai MLSS Hari Ke-9.....	66
Gambar 4. 3 Nilai MLSS Hari Ke-11	67
Gambar 4. 4 Nilai MLSS Hari Ke-13	69
Gambar 4. 5 Nilai MLSS Hari Ke-15.....	70
Gambar 4. 6 Nilai MLSS Hari Ke-17.....	71
Gambar 4. 7 Kenaikan Nilai MLSS fase <i>Seeding</i>	72
Gambar 4. 8 Penurunan Nilai COD Dengan Konsentrasi Limbah 30%	74
Gambar 4. 9 Penurunan Nilai COD Dengan Konsentrasi Limbah 60%	75
Gambar 4. 10 Penurunan Nilai COD Dengan Konsentrasi Limbah 90%	76

Gambar 4. 11 Rangkuman Aklimatisasi Keseluruhan	77
Gambar 4. 12 Hubungan Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap DO....	79
Gambar 4. 13 Hubungan Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap pH.....	81
Gambar 4. 14 Hubungan Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Suhu .	84
Gambar 4. 15 Hubungan Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap COD .	87
Gambar 4. 16 Uji Normalitas Data COD	90
Gambar 4. 17 Uji ANOVA Terhadap COD.....	91
Gambar 4. 18 Hubungan Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Amonia	93
Gambar 4. 19 Uji Normalitas Data Amonia	95
Gambar 4. 20 Uji ANOVA Terhadap Amonia	96
Gambar 4. 21 Hubungan Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit Terhadap Nitrat	98
Gambar 4. 22 Uji Normalitas Data Nitrat.....	100
Gambar 4. 23 Uji ANOVA Terhadap Nitrat.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Karakteristik Limbah Tinja	9
Tabel 2. 2	Karakteristik Limbah Tinja di Asia dan Afrika	10
Tabel 2. 3	Karakteristik Limbah Tinja IPLT Keputih Surabaya.....	10
Tabel 2. 4	Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	11
Tabel 2. 5	Tipikal Desain	15
Tabel 2. 6	Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3. 1	Variasi Reaktor.....	36
Tabel 3. 2	Jadwal Kegiatan	43
Tabel 3. 3	Matriks Penelitian.....	44
Tabel 4. 1	Karakteristik Awal Limbah Tinja	46
Tabel 4. 2	Perkembangan Bentuk Visual Kaldnes Fase Seeding	46
Tabel 4. 3	Hasil Uji Analisis MLSS Hari Ke-7	50
Tabel 4. 4	Hasil Uji Analisis MLSS Hari Ke-9	50
Tabel 4. 5	Hasil Uji Analisis MLSS Hari Ke-11	50
Tabel 4. 6	Hasil Uji Analisis MLSS Hari Ke-13	51
Tabel 4. 7	Hasil Uji Analisis MLSS Hari Ke-15	51
Tabel 4. 8	Hasil Uji Analisis MLSS Hari Ke-17	51
Tabel 4. 9	Penurunan COD Dengan Konsentrasi Air Limbah 30%.....	53
Tabel 4. 10	Penurunan Nilai COD Dengan Konsentrasi Air Limbah 60%	54
Tabel 4. 11	Penurunan COD Dengan Konsentrasi Air Limbah 90%.....	56
Tabel 4. 12	Hasil Uji Parameter <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) Terhadap Siklus <i>Oxic Anoxic</i> dan Dosis Zeolit	58
Tabel 4. 13	Hasil Uji Parameter Derajat Keasaman (pH) Terhadap Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit	59
Tabel 4. 14	Hasil Uji Parameter Suhu Terhadap Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit	60
Tabel 4. 15	Hasil Uji Penyisihan COD Terhadap Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit	61

Tabel 4. 16 Hasil Uji Penyisihan Amonia Terhadap Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit	63
--	----

Tabel 4. 17 Hasil Uji Penyisihan Nitrat Terhadap Siklus <i>Oxic-Anoxic</i> dan Dosis Zeolit	64
--	----

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Keputih Surabaya menghadapi kendala ketidakkonsistenan efluen dalam memenuhi baku mutu lingkungan, terutama pada parameter amonia akibat keterbatasan kinerja unit biologis *Oxidation Ditch* konvensional. Karakteristik limbah tinja dengan rasio karbon-ke-nitrogen yang rendah membatasi proses denitrifikasi sehingga memicu akumulasi nitrat. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kinerja kombinasi reaktor *Intermittent Moving Bed Biofilm Reactor* dan zeolit alam teraktivasi sebagai unit pengolahan lanjutan untuk menyisihkan parameter amonia, nitrat, dan COD. Penelitian skala laboratorium ini dijalankan dengan sistem *Sequencing Batch Reactor* menggunakan media Kaldnes K3 (fraksi volume 45%) dengan *Hydraulics Retention Time* selama 12 jam. Desain eksperimen menggunakan variasi siklus aerasi intermiten, yaitu siklus 3:3:3:3 jam dan siklus 4:2:4:2 jam, serta variasi dosis zeolit teraktivasi sebesar 0 g/L (kontrol), 25 g/L, dan 50 g/L. Analisis statistik diuji menggunakan *Three-Way ANOVA*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik siklus *oxic-anoxic* maupun dosis zeolit memberikan pengaruh yang signifikan ($P = 0,000$) terhadap penyisihan COD, amonia, dan nitrat. Siklus 4:2:4:2 jam memberikan performa optimal untuk penyisihan COD dan amonia akibat ketersediaan waktu kontak oksigen yang lebih panjang, sedangkan siklus 3:3:3:3 jam optimal untuk reduksi nitrat karena durasi anoksik yang memadai bagi bakteri denitrifikasi heterotrof. Penambahan zeolit terbukti memberikan efek sinergis melalui mekanisme pertukaran ion dan adsorpsi fisikokimia. Konfigurasi operasional optimum secara keseluruhan dicapai pada reaktor R6 dengan siklus 4:2:4:2 jam dan dosis zeolit 50 g/L yang menghasilkan efisiensi penyisihan COD sebesar 84,3% dan amonia sebesar 89,1%, dengan penyisihan nitrat sebesar 23,7%. Kombinasi sistem MBBR intermiten dan zeolit terbukti efektif dalam meminimalisasi polutan nitrogen pada pengolahan limbah tinja.

Kata Kunci: MBBR, Aerasi Intermiten, Zeolit, Amonia, Nitrat, Limbah Tinja.

ABSTRACT

The Keputih Fecal Sludge Treatment Plant in Surabaya faces inconsistencies in effluent quality regarding environmental standards, particularly for ammonia, due to the limited biological performance of the conventional Oxidation Ditch. The low carbon-to-nitrogen ratio of fecal sludge restricts the denitrification process, leading to nitrate accumulation. This study aims to investigate the performance of a combined Intermittent Moving Bed Biofilm Reactor and activated natural zeolite system as a post-treatment unit to remove ammonia, nitrate, and COD. This laboratory-scale study was operated under a Sequencing Batch Reactor system using Kaldnes K3 media (45% volume fraction) with a 12-hour Hydraulic Retention Time. The experimental design involved variations in intermittent aeration (oxic-anoxic) cycles, specifically 3:3:3:3 hours and 4:2:4:2 hours, along with activated zeolite dosages of 0 g/L, 25 g/L, and 50 g/L. Statistical evaluation was conducted using Three-Way ANOVA. The results revealed that both oxic-anoxic cycles and zeolite dosages had a highly significant effect ($P = 0.000$) on COD, ammonia, and nitrate removal. The 4:2:4:2 hours cycle was optimal for COD and ammonia removal due to the extended oxygen contact time, while the 3:3:3:3 hours cycle was optimal for nitrate reduction due to adequate anoxic duration for heterotrophic denitrifying bacteria. Zeolite addition exhibited synergistic effects through ion exchange and physicochemical adsorption. The overall optimum operational configuration was achieved in reactor R6 (4:2:4:2 hours cycle with a 50 g/L zeolite dosage), yielding removal efficiencies of 84.3% for COD and 89.1% for ammonia, with a nitrate removal of 23.7%. The combination of an intermittent MBBR system and zeolite is proven effective in minimizing nitrogen pollutants in fecal sludge treatment.

Keywords: MBBR, Intermittent Aeration, Zeolite, Ammonia, Nitrate, Fecal Sludge.