

**EVALUASI BOD COD dan TSS PADA PROSES
PENGOLAHAN AIR LIMBAH LUMPUR AKTIF
SISTEM *EXTENDED AERATION* di INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT CIPTO
MANGUNKUSUMO**

SKRIPSI

Oleh:

Fahdiah Qurotul Aini

2014.10.245.012



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
BEKASI
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Evaluasi BOD COD dan TSS pada Proses Pengolahan Air Limbah Lumpur Aktif Sistem *Extended Aeration* di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo

Nama Mahasiswa : Fahdiah Qurotul Aini

Nomor Pokok Mahasiswa : 201410245012

Program Studi/Fakultas : Teknik Lingkungan


Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juli 2018

Bekasi, 27 Juli 2018

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II


Reni Masrida, ST. M.T

NIDN 0329037801


Dra. Wahyu Kartika, M.Si

NIDN 0321046604

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi BOD COD dan TSS pada Proses Pengolahan Air Limbah Lumpur Aktif Sistem *Extended Aeration* di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo

Nama Mahasiswa : Fahdiah Qurotul Aini

Nomor Pokok Mahasiswa : 201410245012

Program Studi/Fakultas : Teknik Lingkungan

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juli 2018

Bekasi, 27 Juli 2018

MENGESAHKAN

Ketua Tim Penguji : Dr. Yatty Maryati Akib, Ir., M.Si

NID 1703281

Penguji I : Sophia Shanti Meilani, ST., MT

NIDN 0314057902

Penguji II : Reni Masrida, ST, M.T

NIDN 0329037801

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi,
Teknik Lingkungan

Ir. Agus Setyono, M.Si

NIDN 0317086505

Dekan,

Fakultas Teknik

Ismaniah, S.Si., M.M

NIDN 0309036503

Sfhan b.

LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Skripsi yang berjudul

“Evaluasi BOD COD dan TSS pada Proses Pengolahan Air Limbah Lumpur Aktif Sistem *Extended Aeration* di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo”

Ini adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ilmiah ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 27 Juli 2018

Yang membuat pernyataan



Fahdiah Oerotul Aini

201410245012

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fahdiah Qurotul Aini

NPM : 201410245012

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*), atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Evaluasi BOD COD dan TSS pada Proses Pengolahan Air Limbah Lumpur Aktif Sistem *Extended Aeration* di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo”

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak yang bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/menformatkan, mengelolanya dalam bentuk data (database), mendistribusikan dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : BEKASI

Pada Tanggal : 27 Juli 2018

Yang menyatakan..



Fahdiah Qurotul Aini



ABSTRAK

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan indikator pencemaran organik di dalam air karena menunjukkan banyaknya oksigen terlarut yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan zat organik dengan jangka waktu optimal penguraian yaitu 5 hari. Untuk menurunkan kadar BOD maka perlu dilakukan pengolahan dengan proses lumpur aktif sistem *extended aeration* yang mampu menurunkan kadar BOD sebesar 80-95%.

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo (RSCM) sudah beroperasi selama 8 tahun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi kadar BOD, COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan efisiensi TSS (*Total Suspended Solids*), dan menghitung kondisi eksisting berdasarkan kriteria desain.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai efisiensi BOD, COD, dan TSS pada sistem *extended aeration* sudah sesuai dengan nilai efisiensi kriteria desain yaitu 80-95%. Pada kondisi eksisting, parameter-parameter yang dihitung adalah kebutuhan oksigen 3660 m³/hari MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solids*) 0,16 kg/hari, dan F/M (*Food to Microorganism Ratio*) 1,0.

Kata kunci: *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), kriteria desain, instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

ABSTRACT

Biochemical Oxygen Demand is an indicator of organic pollution in the water because it indicates the amount of dissolved oxygen required bacteria to the compose organic substance requite an optimal periode of five days. To reduce the BOD contain it is necessary to do the processing with the active sludge process extended aeration system that can reduce BOD levels by 80-95%.

Wastewater treatment plants in hospital have been operating for eight years. This research purpose is to analyze the efficiency of BOD contain COD and TSS efficiency and counting the existing condition based on design criteria.

The result of the analyze shows that the value of efficiency has been appropriate with the efficiency of design criteria value that is 80-95%. The existing condition of the calculated indicator is the oxygen needed 3660 m³/day MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids) 0,16 kg/day, and F/M (Food to Microorganism Ratio) 1,0.

Keywords: Biochemical Oxygen Demand,, design criteria, wastewater treatment plant

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat karunia yang telah diberikan, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Skripsi dengan judul "Evaluasi BOD COD dan TSS pada Proses Pengolahan Air Limbah Lumpur Aktif Sistem *Extended Aeration* di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo" disusun sebagai syarat dalam menyelesaikan studi program sarjana Strata 1 (S1). Skripsi ini diselesaikan dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak maka pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan kepada saya.
2. Ismaniah, S.Si., M.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
3. Bpk Ir. Agus Setyono, M.Si selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Reni Masrida, ST, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, membantu, serta memberikan saran kepada saya mengenai isi dalam penulisan skripsi.
5. Ibu Dra. Wahyu Kartika M. Si selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, membantu dan memeriksa isi penulisan saya dengan sangat teliti
6. Ibu Dr. Yatti Maryati Akib, Ir., M.Si dan ibu Sophia Shanti Meilani, ST., MT selaku penguji pada saat sidang yang telah memberikam masukan dan saran untuk pelengkap skripsi saya.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan saran dan dukungan.
8. Kepala Bagian sanitasi RSCM beserta staffnya yang telah mengizinkan saya melakukan penelitian di IPAL RSCM.
9. Bpk. Wahyu dan staff bagian IPAL yang telah membantu dalam menyediakan data yang diperlukan.

10. Teman-teman Teknik Lingkungan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya terutama Agil Galih Prabowo, Bulan Suci Ramadan, dan Virga Ristya Putri yang sudah saling mendukung satu sama lain.
11. Fahrul sebagai suami yang setia mendukung dan menemani pembuatan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca. Kritik dan saran saya butuhkan untuk memperbaiki skripsi ini.



Bekasi,

Fahdiah Qurotul Aini

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| Lembar Persetujuan..... | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Lembar Pernyataan..... | iii |
| Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi | iv |
| Abstrak | vi |
| Abstract | vii |
| Kata Pengantar | viii |
| Daftar Isi..... | x |
| Daftar Tabel | xiii |
| Daftar Gambar..... | xiv |
| Daftar Lampiran..... | xv |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Identifikasi Masalah | 2 |
| 1.3. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.6. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.7. Metode Penelitian..... | 3 |
| 1.8. Sistematika Penulisan..... | 2 |

BAB II LANDASAN TEORI

| | |
|---|----|
| 2.1. Pengertian Air Limbah | 5 |
| 2.2. Limbah Cair Rumah Sakit..... | 5 |
| 2.3. Jenis Limbah Cair Rumah Sakit..... | 7 |
| 2.4. Karakteristik Air Limbah | 9 |
| 2.4.1. Karakteristik Kimia | 9 |
| 2.4.2. Karakteristik Fisik | 9 |
| 2.4.3. Karakteristik Biologi | 10 |

| | |
|---|----|
| 2.5. Parameter Air Limbah | 1 |
| 2.6. Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit | 15 |
| 2.7. Proses Pengolahan Air Limbah | 16 |
| 2.7.1. Pengolahan Pendahuluan (<i>Primary Treatment</i>) | 16 |
| 2.7.2. Pengolahan Primer | 17 |
| 2.7.3. Pengolahan Sekunder (<i>Secondary Treatment</i>) | 18 |
| 2.7.4. Pengolahan Lanjutan/Tersier (<i>Terstiere Treatment</i>) | 19 |
| 2.7.5. Pengolahan Kuman (<i>Disinfeksi</i>) | 19 |
| 2.8. Proses Biologi Pengolahan Air | 19 |
| 2.8.1. Lumpur Aktif Sistem <i>Extended Aeration</i> | 20 |
| 2.9. Variabel Operasional di Dalam Proses Lumpur Aktif | 21 |
| 2.10. Efisiensi Unti Pengolahan | 25 |
| 2.11. Sejarah Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo | 25 |
| 2.11.1. Fasilitas dan Sumber Daya Manusia | 6 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1. Desain Penelitian | 28 |
| 3.2. Lokasi Penelitian | 28 |
| 3.3. Waktu Penelitian | 29 |
| 3.4. Populasi dan Sampel Penelitian | 29 |
| 3.5. Teknik Pengumpulan Data | 29 |
| 3.5.1. Data Sekunder | 29 |
| 3.6. Pengolahan Data | 30 |
| 3.7. Analisis Pengolahan Data | 30 |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1. Instalasi Pengolahan Air Limbah RSCM | 31 |
| 4.2. Data Analisis Unit Aerasi | 38 |
| 4.2.1. Data BOD | 38 |
| 4.2.2. Data COD | 42 |
| 4.2.3. Data TSS | 45 |
| 4.2.4. Performa IPAL Berdasarkan Nilai BOD COD dan TSS | 48 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 4.3. Kondisi Eksisting..... | 49 |
| 4.4. Kondisi Rencana..... | 52 |
| BAB V Penutup | |
| 5.1. Penutup..... | 55 |
| 5.2 Saran..... | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | xvi |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Kualitas Air Limbah Domestik | 7 |
| Tabel 2.2. Sumber, Karakteristik, dan Pengaruh Air Limbah..... | 8 |
| Tabel 2.3. Sifat Fisik Dari Air Limbah | 10 |
| Tabel 2.4. Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan dan/atau Usaha Sesuai Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 69 Tahun 2013 | 15 |
| Tabel 2.5. Kriteria Desain Lumpur Aktif Tipe <i>Extended Aeration</i> | 20 |
| Tabel 3.1. Pendekatan dan Metode Penelitian | 27 |
| Tabel 4.1. Hasil Analisis BOD..... | 39 |
| Tabel 4.2. Hasil Analisis COD..... | 42 |
| Tabel 4.3. Hasil Analisis TSS | 45 |
| Tabel 4.4. Kondisi Eksisting Kolam Aerasi Periode Bulan Oktober 2015-bulan September 2016..... | 50 |
| Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Kondisi Eksisting | 51 |
| Tabel 4.6. Hasil Debit Timbulan..... | 53 |
| Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Kondisi Rencana | 53 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Denah Lokasi RSCM | 27 |
| Gambar 4.2. Lokasi Instalasi Pengolahan Limbah IPAL Terpadu II..... | 29 |
| Gambar 4.2. Skema Pengolahan Limbah Cair Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Terpadu II RSCM | 31 |
| Gambar 4.3. <i>Grift Chamber</i> | 31 |
| Gambar 4.4. <i>Sump it</i> | 31 |
| Gambar 4.5. Kolam Equalisasi..... | 32 |
| Gambar 4.6. Kolam Aerasi..... | 33 |
| Gambar 4.7. Kolam sedimentasi | 34 |
| Gambar 4.8. <i>Effluent Tank</i> | 35 |
| Gambar 4.9. Grafik Performa Berdasarkan Nilai BOD | 48 |
| Gambar 4.10. Grafik Performa Berdasarkan Nilai COD | 48 |
| Gambar 4.11. Grafik Performa Berdasarkan Nilai TSS..... | 49 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I: PERHITUNGAN PADA KONDISI EKSISTING

LAMPIRAN II: PERHITUNGAN PADA KONDISI RENCANA

