

## **TUGAS AKHIR**

### **PENETRALISIRAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN ARANG AKTIF DARI TONGKOL JAGUNG DAN BATU ZEOLIT**

Ditujukan guna memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1  
Pada Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



# **UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**Unggul & Islami**

**Disusun Oleh :**

**Gilang Mahardhika**

**20150130076**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2019**



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gilang Mahardhika  
NIM : 20150130076  
Judul Tugas Akhir : Penetralisiran Limbah Cair Rumah Sakit  
menggunakan Arang Aktif dari Tongkol Jagung  
dan Batu Zeolit

Menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 28 September 2019



(Gilang Mahardhika)

NIM. 20150130076



## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah S.W.T, atas segala rahmat, hidayah, barokah dan inayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul "Penetralisirasi Limbah Cair Rumah Sakit menggunakan Arang Aktif dari Limbah Tongkol Jagung dan Batu Zeolit".

Limbah B3 yang berasal dari kegiatan di rumah sakit dapat membahayakan ekosistem lingkungan dan manusia. Limbah tongkol jagung yang melimpah dinilai dapat digunakan sebagai adsorben limbah cair rumah sakit dengan dijadikan arang aktif terlebih dahulu. Penelitian ini dilakukan dengan mengadsorpsi limbah cair rumah sakit dengan adsorben arang aktif dari tongkol jagung dan batu zeolit.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari peran, dukungan dan doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc. Ph. D. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang memberi bimbingan, motivasi dan pengarahan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing II yang memberi bimbingan, motivasi dan pengarahan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Krisdiyanto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyempurnaan Tugas Akhir.
5. Seluruh pegawai dan staff TU Prodi dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

6. Ibu dan seluruh keluarga yang telah memberikan banyak doa dan dukungan moril, maupun materil selama penulis menempuh perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Sahabat seperjuangan Septian Wahyu W. yang telah bekerja sama selama penelitian tugas akhir.
8. Sahabat seperjuangan (Mila, Ornel, Hanafi, Dwiki, Hanif, Enggar, Erwin, Alen, Yuda, Rudito, Ryan, Abi, Masirul, Iwan, Boy, Ardi) dan teman – teman Seperjuangan Kelas B angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan selama ini.
9. Teman-teman satu angkatan Teknik Mesin 2015 yang telah melalui setiap proses selama perkuliahan bersama-sama.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 28 September 2019

Gilang Mahardhika

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	I
HALAMAN PERNYATAAN.....	II
KATA PENGANTAR.....	III
DAFTAR ISI .....	V
DAFTAR GAMBAR.....	VIII
DAFTAR TABEL .....	X
DAFTAR LAMPIRAN .....	XII
DAFTAR SINGKATAN.....	XIII
INTISARI .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.1.1 Gambaran Umum Rumah Sakit.....	7
2.1.2 Arang Aktif sebagai Adsorben Limbah Cair B3 .....	8
2.1.3 Batu Zeolit sebagai Adsorben Limbah Cair B3.....	9
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Tinjauan Umum Limbah Cair Rumah Sakit.....	10
2.2.2 Jagung.....	11
2.2.3 Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung .....	12
2.2.4 Batu Zeolit Alam .....	12
2.2.5 Arang dan Arang Aktif.....	13

2.2.6	Proses Pengarangan dan Aktivasi Arang.....	13
2.2.7	Syarat Mutu Arang Aktif.....	16
2.2.8	Aplikasi Arang Aktif.....	17
2.2.9	Adsorpsi.....	18
2.2.10	Pengertian Air Limbah ( <i>Waste Water</i> ).....	20
2.2.11	Karakteristik Limbah Cair.....	20
2.2.12	Penggolongan Pengolahan Limbah Cair.....	22
2.2.13	Pemilihan Teknologi Pengolahan Limbah Cair.....	24
2.2.14	Teknologi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit.....	26
2.2.15	Dampak Limbah B3 bagi Manusia dan Lingkungan.....	30
BAB III.....		34
3.1	Bahan.....	34
3.2	Alat.....	34
3.2.1	<i>Retort</i> .....	35
3.2.2	<i>Furnace</i> .....	35
3.2.3	Alat bantu Kimia.....	36
3.2.4	Timbangan Digital.....	36
3.2.5	Masker.....	37
3.2.6	Sarung Tangan.....	37
3.2.7	<i>Prototype</i> Alat Uji Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit Aliran Kontinyu.....	38
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	39
3.4	Pelaksanaan Penelitian.....	41
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan.....	41
3.4.2	Proses Pengarangan.....	42
3.4.3	Aktivasi Arang.....	43
3.4.4	Persiapan Pengujian Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit dengan <i>Prototype</i> Alat Uji Aliran Kontinyu.....	47
3.4.5	Proses Pengujian Adsorpsi Limbah Cair Rumah Sakit dengan <i>Prototype</i> Alat Uji Aliran Kontinyu.....	48

3.4.6	Proses Adsorpsi .....	48
BAB IV	.....	50
4.1	Pengujian Limbah .....	50
4.1.1	Kondisi Awal Limbah .....	50
4.1.2	<i>Treatment</i> pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Batu Zeolit .....	51
4.1.3	<i>Treatment</i> pada Limbah Cair Rumah Sakit dengan Batu Zeolit dan Arang Aktif Tongkol Jagung .....	54
4.2	Analisis Hasil <i>Treatment</i> Limbah Cair RS menggunakan Arang Aktif Tongkol Jagung .....	60
4.2.1	Fenol .....	60
4.2.2	<i>Methylene Blue Active Substance</i> (MBAS) .....	62
4.2.3	Amonia Bebas (NH <sub>3</sub> -N) .....	63
4.2.4	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	65
4.2.5	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	67
4.2.6	<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) .....	69
4.2.7	Derajat Keasaman (pH) .....	71
4.2.8	<i>Total Dissolved Solvent</i> (TDS) .....	73
4.2.9	Suhu .....	74
4.2.10	Analisis Kandungan Logam Berat .....	75
4.3	Analisis Permukaan Arang dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	77
BAB V	.....	80
5.1	Kesimpulan .....	80
5.2	Saran .....	81
DAFTAR PUSTAKA	.....	82
LAMPIRAN	.....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 IPAL RS PKU Muhammadiyah Gamping Yogyakarta.....	11
Gambar 2.2 Mekanisme Adsorpsi .....	19
Gambar 2.3 Diagram Proses Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Lumpur Aktif .....	27
Gambar 2.4 Mekanisme Proses Penguraian Limbah dengan Rotating Biological Contactor (RBC) .....	28
Gambar 2.5 Diagram Proses Pengolahan menggunakan Proses Aerasi Kontak ...	29
Gambar 2.6 Diagram Proses Biofilter Anaerob-aerob .....	30
Gambar 3.1 Retort .....	35
Gambar 3.2 Furnace .....	35
Gambar 3.3 Alat bantu kimia (a) gelas ukur, (b) pH indikator .....	36
Gambar 3.4 Timbangan Digital.....	36
Gambar 3.5 Masker .....	37
Gambar 3.6 Satung Tangan .....	37
Gambar 3.7 (a) Prototype Alat Uji Adsorpsi, (b) Seksi Uji Adsorpsi, (c) Skema Aliran .....	38
Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 3.9 Penjemuran Tongkol Jagung .....	42
Gambar 3.10 Arang Tongkol Jagung .....	42
Gambar 3.11 Penimbangan Arang Tongkol Jagung.....	43
Gambar 3.12 Pelarutan Asam Sulfat dengan Aquades.....	44
Gambar 3.13 Penuangan Larutan Asam Sulfat .....	44
Gambar 3.14 Penetralan pH Arang.....	45
Gambar 3.15 (a) Temperatur pada Oven, (b) Arang dalam Oven.....	45
Gambar 3.16 (a) Termometer Controller, (b) Furnace, (c) Flowmeter Aliran N <sub>2</sub>	46
Gambar 3.17 Arang Aktif Tongkol Jagung .....	46
Gambar 3.18 (a) Batu Zeolit, (b) Arang Aktif.....	47
Gambar 3.19 Jerigen berisi 25 liter Limbah Cair Rumah Sakit .....	47
Gambar 4.1 Limbah Cair RS PKU Muhammadiyah Gamping sebelum diolah....	51
Gambar 4.2 Hasil Treatment Limbah Cair RS dengan Batu Zeolit.....	52



Gambar 4.3 Hasil Treatment debit aliran 0,5 liter/menit pada menit ke-0, 5, dan 10	54
Gambar 4.4 Hasil Treatment debit aliran 1 liter/menit pada menit ke-0, 5, dan 10	56
Gambar 4.5 Hasil Treatment debit aliran 1,5 liter/menit pada menit ke-0, 5, dan 10	58
Gambar 4.6 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar MBAS	62
Gambar 4.7 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar NH <sub>3</sub> -N	63
Gambar 4.8 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TSS	65
Gambar 4.9 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar COD	67
Gambar 4.10 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar BOD	69
Gambar 4.11 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar pH	71
Gambar 4.12 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TDS	73
Gambar 4.13 Diagram Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Suhu	74
Gambar 4.14 Mikrograf SEM Arang Tongkol Jagung sebelum aktivasi (a) tanpa aktivasi; (b) setelah aktivasi	77
Gambar 4.15 Mikrograf SEM Arang Aktif Tongkol Jagung setelah digunakan sebagai Adsorben	78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Baku Mutu Arang Aktif menurut SNI 06-3730-1995 .....	16
Tabel 2.2 Aplikasi Arang Aktif pada Skala Industri .....	17
Tabel 2.3 Standar Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit .....	24
Tabel 2.4 Jenis Peralatan dan Proses Pengolahan Limbah Cair .....	25
Tabel 3.1 Daftar Bahan Penelitian .....	34
Tabel 3.2 Daftar Alat Penelitian .....	34
Tabel 4.1 Kandungan Polutan Limbah Cair RS PKU Muhammadiyah Gamping (Inlet) .....	51
Tabel 4.2 Kandungan Limbah Setelah Treatment dengan Batu Zeolit Debit 0,5 L/menit .....	52
Tabel 4.3 Kandungan Limbah Setelah Treatment dengan Batu Zeolit Debit 1 L/menit .....	53
Tabel 4.4 Kandungan Limbah Setelah Treatment dengan Batu Zeolit Debit 1,5 L/menit .....	53
Tabel 4.5 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 0,5 l/menit pada menit ke-0 .....	55
Tabel 4.6 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 0,5 l/menit pada menit ke-5 .....	55
Tabel 4.7 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 0,5 l/menit pada menit ke-10 .....	56
Tabel 4.8 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 1 l/menit pada menit ke-0 .....	57
Tabel 4.9 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 1 l/menit pada menit ke-5 .....	57
Tabel 4.10 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 1 l/menit pada menit ke-10 .....	58
Tabel 4.11 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 1,5 l/menit pada menit ke-0 .....	59

Tabel 4.12 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 1,5 l/menit pada menit ke-5 .....	59
Tabel 4.13 Kandungan Limbah Cair Rumah Sakit setelah Treatment Arang Aktif Debit 1,5 l/menit pada menit ke-10 .....	60
Tabel 4.14 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Fenol .....	61
Tabel 4.15 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar MBAS .....	62
Tabel 4.16 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar NH <sub>3</sub> -N .....	63
Tabel 4.17 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TSS .....	65
Tabel 4.18 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar COD .....	67
Tabel 4.19 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar BOD .....	69
Tabel 4.20 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar pH .....	71
Tabel 4.21 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar TDS dalam mg/L .....	73
Tabel 4.22 Tabel Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Suhu dalam °C .....	74
Tabel 4.23 Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Logam Berat Kadmium .....	75
Tabel 4.24 Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Logam Berat Krom .....	75
Tabel 4.25 Hasil Treatment Adsorpsi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Perubahan Kadar Logam Berat Timbal .....	75
Tabel 4.26 Baku Mutu Air Limbah dengan Parameter Tambahan .....	76

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Uji Limbah Cair Inlet RS PKU Gamping.....	86
Lampiran 2. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Zeolit 0,5 L/menit.....	87
Lampiran 3. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Zeolit 1 L/menit.....	88
Lampiran 4. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Zeolit 1,5 L/menit.....	89
Lampiran 5. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 0,5 L/menit, menit ke-0 .....	90
Lampiran 6. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 0,5 L/menit, menit ke-5 .....	91
Lampiran 7. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 0,5 L/menit, menit ke-10 .....	92
Lampiran 8. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 1 L/menit, menit ke-0 .....	93
Lampiran 9. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 1 L/menit, menit ke-5 .....	94
Lampiran 10. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 1 L/menit, menit ke-10 .....	95
Lampiran 11. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 1,5 L/menit, menit ke-0 .....	96
Lampiran 12. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 1,5 L/menit, menit ke-5 .....	97
Lampiran 13. Data Hasil Uji Limbah Cair <i>Treatment</i> Arang Aktif dan Batu Zeolit 1,5 L/menit, menit ke-10 .....	98

## DAFTAR SINGKATAN

MBAS	= <i>Metylene Blue Active Surfactan</i>
TSS	= <i>Total Solid Suspended</i>
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
BOD	= <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
TDS	= <i>Total Dissolved Solid</i>