

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun naskah skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Strata -1 pada Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Skripsi yang diselesaikan ini memiliki judul “Teknik Pengolahan Airtanah Bebas di Sekitar Wilayah TPA Putri Cempo, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta dengan Metode Adsorpsi Zeolit”.

Penyelesaian skripsi tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yaitu Bapak Dr.Ir.Andi Sungkowo, M.Si
2. Dosen pembimbing I yaitu Bapak Dr.Ir.Andi Sungkowo, M.Si dan Dosen pembimbing II Ibu Ekha Yogafanny, S.Si., M.Eng
3. Dosen Pembahas I Ibu Ika Wahyuning W, S.Si., M.Eng dan Dosen Pembahas II Bapak Agus Bambang Irawan S.Si., M.Sc
4. Kedua orang tua penulis, Bapak Arifin dan Ibu Yuliana Sri Akhiro
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Semoga penelitian yang dilakukan dapat bermanfaat untuk berbagai pihak, terutama bagi pemerintah, masyarakat di wilayah penelitian, dan Jurusan Teknik Lingkungan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini sehingga diharapkan masukan yang membangun bagi penulis.

Yogyakarta, 26 September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PETA	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1. Rumusan Masalah	2
1.1.2. Keaslian Penelitian.....	3
1.2. Maksud, Tujuan, dan Manfaat Penelitian	8
1.2.1. Maksud Penelitian	8
1.2.2. Tujuan Penelitian.....	8
1.2.3. Manfaat Penelitian	8
1.3. Peraturan Perundang-Undangan.....	9
1.4. Tinjauan Pustaka.....	10
1.4.1. Siklus Hidrologi	10
1.4.2. Airtanah	11
1.4.3. Kualitas Airtanah.....	13
1.4.4. Karakteristik Air Lindi	22
1.4.5. Pencemaran Airtanah.....	24
1.4.6. Metode Indeks Pencemaran (IP)	25
1.4.7. Pengolahan Airtanah dengan Metode Adsorpsi Zeolit.....	26
1.5. Lingkup Daerah Penelitian.....	32
1.5.1. Lokasi, Letak Administrasi, Luas dan Kesampaian Lokasi Penelitian	32

1.5.1.1 Lokasi, Letak Administrasi dan Luas Daerah Penelitian.....	32
1.5.1.2 Kesampaian Daerah Penelitian.....	33
1.5.2 Batas Daerah Penelitian.....	33
1.5.2.1. Batas Kegiatan.....	34
1.5.2.2. Batas Ekologis.....	34
1.5.2.3. Batas Sosial.....	34
BAB II RUANG LINGKUP PENELITIAN.....	37
2.1. Lingkup Kegiatan Penelitian.....	37
2.1.1. Jenis Kegiatan Penelitian.....	37
2.1.2. Komponen Lingkungan.....	38
2.2. Kerangka Alur Pikir Penelitian.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
3.1. Jenis Metode Penelitian dan Parameter yang Digunakan.....	40
3.1.1. Jenis Metode Penelitian.....	40
3.1.2. Parameter yang Digunakan.....	47
3.2. Teknik Sampling dan Penentuan Lokasi Sampling.....	49
3.3. Perlengkapan Penelitian.....	52
3.4. Tahapan Penelitian.....	54
3.4.1. Tahap Persiapan.....	56
3.4.2. Tahap Lapangan.....	58
3.4.2.1. Pemeriksaan (<i>Cross Check</i>) dan Pemetaan Topografi, Kemiringan Lereng, Penggunaan Lahan, Jenis Tanah dan Satuan Batuan.....	59
3.4.2.2. Pendataan Kebutuhan Air untuk Kegiatan Domestik.....	61
3.4.2.3. Pengukuran Ketinggian Muka Airtanah.....	62
3.4.2.4. Pengambilan Sampel Airtanah.....	64
3.4.3. Tahap Laboratorium.....	65
3.4.4. Tahap Kerja Studio.....	66
3.4.5. Kerja untuk Sajian Arahan Pengolahan.....	71
BAB IV RONA LINGKUNGAN HIDUP.....	75
4.1. Lingkup Rona Lingkungan Hidup.....	75
4.1.1. Komponen Geofisik – Kimia.....	75

4.1.1.1. Iklim.....	75
4.1.1.2. Bentuklahan.....	78
4.1.1.3. Tanah.....	83
4.1.1.4. Satuan Batuan.....	85
4.1.1.5. Tata Air	91
4.1.1.6. Bencana Alam	94
4.1.2. Komponen biotis	95
4.1.2.1. Flora	95
4.1.2.2. Fauna.....	96
4.1.3. Komponen sosial.....	97
4.1.3.1. Demografi	97
4.1.3.2. Sosial Ekonomi.....	98
4.1.3.3. Budaya dan Sarana Prasarana.....	99
4.1.3.4. Kesehatan Masyarakat	100
4.1.3.5. Penggunaan Lahan.....	102
BAB V EVALUASI HASIL PENELITIAN.....	104
5.1. Karakteristik Air Lindi.....	104
5.2. Kualitas Airtanah Bebas.....	106
5.2.1. Kekeruhan	111
5.2.2. <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	112
5.2.3. <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	113
5.2.4. Bau dan Rasa.....	115
5.2.5. Temperatur.....	115
5.2.6. pH.....	116
5.2.7. Klorida (Cl ⁻)	117
5.2.8. Fe Total.....	118
5.2.9. DO	119
5.2.10. BOD.....	120
5.2.11. COD.....	121
5.2.12. Timbal (Pb)	123
5.2.13. <i>Total Coliform</i>	125
5.3. Efektivitas Zeolit sebagai Adsorben.....	127

BAB VI ARAHAN TEKNIS PENGELOLAAN LINGKUNGAN	135
6.1. Pendekatan Teknis	135
6.1.1. Pengolahan Airtanah dengan Metode Adsorpsi Zeolit	135
6.1.2. Desain Pengolahan Airtanah Bebas yang Direkomendasikan.....	139
6.2. Pendekatan Sosial Ekonomi	143
6.3. Pendekatan Institusi	143
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	145
7.1. Kesimpulan.....	145
7.2. Saran	146
DAFTAR PUSTAKA	147
PERISTILAHAN	151
LAMPIRAN	154

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Keaslian Penelitian	4
Tabel 1.2	Peraturan Perundang-Undang.....	9
Tabel 1.3	Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas	14
Tabel 1.4	Persyaratan Kualitas Air Minum	16
Tabel 1.5	Persyaratan Kualitas Air Lindi	24
Tabel 1.6	Nama dan Rumus Kimia Zeolit	29
Tabel 3.1	Kategori Mutu Kualitas Air berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003	45
Tabel 3.2	Kriteria, Asumsi dan Indikator dengan Parameter dalam Komponen Lingkungan yang Diteliti	48
Tabel 3.3	Perlengkapan Penelitian, Kegunaan dan Hasil yang Didapat	52
Tabel 3.4	Parameter yang dibutuhkan, Jenis Data, Unsur Parameter, dan Sumber Data.....	57
Tabel 3.5	Kelas Kemiringan Lereng Van Zuidam (1983).....	59
Tabel 3.6	Tabel Klasifikasi Iklim Menurut Schmidt-Ferguson.....	67
Tabel 4.1	Jumlah dan Rata-rata Curah Hujan Tahun 2007-2016 di Stasiun Tritis (Colomandu)	76
Tabel 4.2	Jumlah dan Rata-rata Curah Hujan Tahun 2007-2016 di Stasiun Pabean	76
Tabel 4.3	Rata-rata Curah Hujan Lokasi Penelitian Tahun 2007-2016	77
Tabel 4.4	Jenis-jenis Tanaman di Daerah Penelitian	95
Tabel 4.5	Jenis-jenis Hewan di Daerah Penelitian.....	96
Tabel 4.6	Jumlah Penduduk Desa Plesungan	97
Tabel 4.7	Jumlah Penduduk Kelurahan Mojosongo	98
Tabel 4.8	Jenis Lapangan Pekerjaan di Kelurahan Mojosongo.....	98
Tabel 4.9	Jenis Lapangan Pekerjaan di Desa Plesungan.....	98
Tabel 4.10	Jenis Penyakit yang Paling Banyak Terjadi di Lokasi Penelitian	101
Tabel 4.11	Luas Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian.....	102
Tabel 5.1	Hasil Uji Kualitas Air Lindi di TPA Putri Cempo	104
Tabel 5.2	Hasil Uji Kualitas Airtanah di Lokasi Penelitian	107
Tabel 5.3	Status Mutu Kualitas Airtanah	107

Tabel 5.4	Hasil Percobaan Metode Adsorpsi Zeolit pada Airtanah Bebas	129
Tabel 6.1	Estimasi Biaya Unit Pengolahan Airtanah di Lokasi Penelitian	143

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Siklus Hidrologi.....	10
Gambar 1.2	Skematika Pembentukan Batuan Zeolit	27
Gambar 1.3	Posisi Mineral Zeolit pada Grup Mineral Silikat.....	27
Gambar 1.4	Struktur Kimia Zeolit	28
Gambar 1.5	Skematika Pembentukan Struktur Zeolit Tiga Dimensi.....	29
Gambar 1.6	Contoh Sketsa Reaktor Adsorpsi dengan Zeolit	31
Gambar 1.7	Rute Perjalanan dari Kota Surakarta ke TPA Putri Cempo.....	33
Gambar 2.1	Kerangka Alur Pikir	39
Gambar 3.1	Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan (j)	44
Gambar 3.2	Perlengkapan Penelitian	53
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahapan Penelitian	55
Gambar 3.4	Kegiatan Wawancara di Lokasi Penelitian.....	61
Gambar 3.5	Pengukuran Kedalaman dan Ketinggian Muka Airtanah.....	63
Gambar 3.6	Pengukuran Ketinggian MAT di LP 6	64
Gambar 3.7	Pengambilan Sampel Airtanah.....	65
Gambar 3.8	Penentuan Kontur dan Arah Aliran Airtanah	69
Gambar 3.9	Penampang Kolom Metode Adsorpsi dengan Media Zeolit	74
Gambar 4.1	Grafik Rata-rata Curah Hujan Lokasi Penelitian Tahun 2007-2016..	77
Gambar 4.2	Bentuklahan Dataran Bergelombang	79
Gambar 4.3	Bentuklahan Dataran Aluvial	80
Gambar 4.4	Penampang Profil Bentuklahan Daerah Penelitian	82
Gambar 4.5	Jenis Tanah Litosol di LP 70	85
Gambar 4.6	Jenis Tanah Aluvial di LP 23.....	85
Gambar 4.7	Breksi Vulkanik di LP 48	86
Gambar 4.8	Lava Basalt di LP 50	87
Gambar 4.9	Batupasir di LP 41.....	88
Gambar 4.10	Batupasir Tuffan di LP 6	88
Gambar 4.11	Perselingan Batulanau dengan Batupasir di LP 36	89
Gambar 4.12	Penampang Profil Satuan Batuan.....	90
Gambar 4.13	Sungai Tercemar Air Lindi di sekitar Lokasi TPA Putri Cempo	91
Gambar 4.14	Sungai Bengawan Solo.....	92

Gambar 4.15	Sumber Air untuk Kebutuhan Masyarakat	92
Gambar 4.16	Penampang Profil Airtanah	93
Gambar 4.17	Kebakaran di TPA Putri Cempo September 2015	94
Gambar 4.18	Talud Sungai Ambrol.....	95
Gambar 4.19	Jenis Flora di Lokasi Penelitian	96
Gambar 4.20	Jenis Fauna di Lokasi Penelitian.....	97
Gambar 4.21	Kondisi Sosial Ekonomi di sekitar TPA Putri Cempo	99
Gambar 4.22	Budaya dan Sarana Prasarana di Lokasi Penelitian	100
Gambar 4.23	Prasarana Kesehatan di Lokasi Penelitian	101
Gambar 4.24	Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian	102
Gambar 5.1	Kondisi Fisik Air Lindi di Lokasi Penelitian.....	106
Gambar 5.2	Diagram Kadar Kekeuhan di Daerah Penelitian.....	111
Gambar 5.3	Diagram Kadar <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> di Daerah Penelitian..	112
Gambar 5.4	Diagram Kadar <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> di Daerah Penelitian...	114
Gambar 5.5	Diagram Kadar <i>Temperatur</i> di Daerah Penelitian	116
Gambar 5.6	Diagram Kadar pH di Daerah Penelitian.....	117
Gambar 5.7	Diagram Kadar Klorida di Daerah Penelitian.....	118
Gambar 5.8	Diagram Kadar Fe Total di Daerah Penelitian	119
Gambar 5.9	Diagram Kadar DO di Daerah Penelitian.....	120
Gambar 5.10	Diagram Kadar BOD di Daerah Penelitian	121
Gambar 5.11	Diagram Kadar COD di Daerah Penelitian	122
Gambar 5.12	Peternakan Babi di dekat TP 1.....	123
Gambar 5.13	Diagram Kadar Timbal di Daerah Penelitian	124
Gambar 5.14	Diagram Kadar <i>Total Coliform</i> di Daerah Penelitian	126
Gambar 5.15	Grafik Outlet Adsorpsi Zeolit Parameter Timbal (Pb).....	130
Gambar 5.16	Grafik Efektivitas Adsorpsi Zeolit Parameter Timbal (Pb).....	131
Gambar 5.17	Grafik Outlet Adsorpsi Zeolit Parameter TDS	132
Gambar 5.18	Grafik Efektivitas Adsorpsi Zeolit Parameter TDS	132
Gambar 6.1	(a). Zeolit yang berukuran 1-5 mm; (b) Kerikil 1-2 cm.....	136
Gambar 6.2	Pengolahan Airtanah dengan Metode Adsorpsi Zeolit	137
Gambar 6.3	Kondisi Airtanah Sebelum dan Sesudah Diolah.....	138
Gambar 6.4	Desain Pengolahan Airtanah yang Direkomendasikan	139

DAFTAR PETA

Peta 1.1	Peta Administrasi Daerah Penelitian	35
Peta 1.2	Peta Batas Daerah Penelitian.....	36
Peta 3.1	Peta Lintasan Daerah Penelitian	51
Peta 4.1	Peta Topografi & Kemiringan Lereng	81
Peta 4.2	Peta Bentuklahan Daerah Penelitian.....	82
Peta 4.3	Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian	84
Peta 4.4	Peta Satuan Batuan Daerah Penelitian.....	90
Peta 4.5	Peta Ketinggian Muka Airtanah	93
Peta 4.6	Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian.....	103
Peta 5.1	Peta Kondisi Aktual Kualitas Airtanah.....	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Klasifikasi Iklim	155
Lampiran 2	Data Pengukuran Ketinggian Muka Airtanah.....	156
Lampiran 3	Daftar Pertanyaan untuk Kebutuhan Air Domestik	157
Lampiran 4	Hasil Wawancara Kebutuhan Air Domestik Daerah Penelitian	159
Lampiran 5	Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air Lindi	161
Lampiran 6	Hasil Uji Laboratorium Kualitas Airtanah Bebas	166
Lampiran 7	Perhitungan Status Mutu Metode Indeks Pencemar	174
Lampiran 8	Perhitungan Trial and Error Percobaan	183
Lampiran 9	Hasil Uji Laboratorium Airtanah Bebas Hasil Pengolahan Parameter Timbal (Pb)	184
Lampiran 10	Perhitungan Efektivitas Hasil Percobaan Parameter Timbal (Pb)	192
Lampiran 11	Hasil Percobaan Harian Parameter TDS	194
Lampiran 12	Perhitungan Efektivitas Hasil Percobaan Parameter TDS	201
Lampiran 13	Perhitungan HLR (<i>Hydraulic Loading Rates</i>).....	208
Lampiran 14	Perhitungan Dimensi Arahan Pengolahan Airtanah	209

**TEKNIK PENGOLAHAN AIRTANAH BEBAS DI SEKITAR WILAYAH
TPA PUTRI CEMPO, KELURAHAN MOJOSONGO,
KECAMATAN JEBRES, KOTA SURAKARTA
DENGAN METODE ADSORPSI ZEOLIT**

**Oleh
Desi Ika Ariyanti
114130002**

Intisari

TPA Putri Cempo melakukan Metode *Open Dumping* dalam pengolahan sampahnya dan tidak memiliki pengolahan air lindi. Air lindi dari TPA Putri Cempo menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan, di atas permukaan maupun di bawah permukaan seperti airtanah bebas. Airtanah bebas merupakan sumber air baku yang digunakan oleh masyarakat Kelurahan Mojosongo dan Desa Plesungan, sehingga perlu dijaga kelestarian fungsi dari airtanah itu sendiri terutama kualitas airtanah tersebut sebagai air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas airtanah bebas di lokasi penelitian, mengetahui efektivitas zeolit sebagai adsorben untuk mengolah airtanah bebas dan menentukan arahan pengolahan airtanah bebas yang tepat untuk di lokasi penelitian.

Metode yang digunakan adalah survey dan pemetaan, matematis, wawancara, *Grid Sampling* dan *Purposive Sampling*, analisis laboratorium, dan metode indeks pencemaran (IP). Jumlah sampel airtanah bebas yang diambil sebanyak 7 titik berdasarkan arah aliran airtanah. Pengujian kualitas air dilakukan di laboratorium dengan parameter fisika suhu, bau, rasa, kekeruhan, TSS & TDS, parameter kimia pH, DO, BOD, COD, Fe, Pb, Cl dan parameter biologi *Total coliform*. Baku mutu yang digunakan yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Metode pengolahan airtanah bebas menggunakan Metode Adsorpsi Zeolit dengan membandingkan variabel waktu tinggal.

Hasil penelitian menunjukkan airtanah bebas di lokasi penelitian tercemar ringan dan tidak layak digunakan sebagai air baku air minum. Parameter Timbal (Pb) yang melebihi baku mutu sesuai dengan karakteristik air lindi dari TPA. Penurunan kualitas airtanah bebas di lokasi penelitian dipengaruhi jarak terhadap TPA Putri Cempo sebagai sumber pencemar dan mengikuti arah aliran. Efektifitas zeolit sebagai adsorben parameter Timbal (Pb) sebesar 90,79% dan 90,633% dengan waktu tinggal 60 dan 30 menit, sedangkan parameter TDS sebesar 71,7% dan 71,11% dengan waktu tinggal 60 dan 30 menit. Teknik pengolahan airtanah bebas menggunakan Metode Adsorpsi Zeolit mampu menurunkan kandungan Timbal (Pb) di airtanah sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan air baku masyarakat di lokasi penelitian.

Kata Kunci: Kualitas airtanah bebas, Tercemar ringan, Adsorpsi Zeolit.

**GROUNDWATER TREATMENT TECHNIQUES AT PUTRI CEMPO
LANDFILL AREA, MOJOSONGO VILLAGE,
JEBRES SUBDISTRICT, SURAKARTA CITY
WITH ZEOLITE ADSORPTION METHOD**

By
Desi Ika Ariyanti
114130002

Abstract

Putri Cempo Landfill performs has an Open Dumping Method in its waste processing and does not have leachate treatment. Leachate from Putri Cempo Landfill causes declining in environmental quality, above and below surface like groundwater. Groundwater is a source of raw water used by the people in Mojosongo and Plesungan villages, so it is necessary to maintain the function of groundwater, especially the quality of groundwater as clean water. This study aims to determine the quality of groundwater in the study area, to determine the effectiveness of zeolite as an adsorbent to treat groundwater, and to determine the appropriate groundwater treatment in the study area.

The research methods are survey and mapping, mathematical, interview, Grid Sampling and Purposive Sampling, laboratory analysis, and pollution index (IP) method. The numbers of groundwater samples are taken from 7 spots based on the direction of groundwater flow. Water quality test is conducted in laboratory with physical parameters such as temperature, odor, taste, turbidity, TSS & TDS, pH, DO, BOD, COD, Fe, Pb, Cl and Total coliform as biological parameters. The quality standard use Government Regulation of Republic of Indonesia No. 82 in 2001 and Minister of Health Regulation of Republic of Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Groundwater treatment uses Zeolite Adsorption Method by comparing variable of residence time.

The results show that groundwater at the research area is having light contamination and not suitable for drinking water. Lead Parameters (Pb) that exceed the quality standard is appropriate with the characteristics of leachate from the landfill. Decreasing groundwater quality in the study area is affected by the distance to Putri Cempo Landfill as a source of pollutants and following the water flow direction. The effectiveness of zeolite as adsorbent for Lead parameter (Pb) is 90.79% and 90.633% with 60 and 30 minute time, while TDS parameters are equal to 71.7% and 71.11% with 60 and 30 minutes retention time. Groundwater treatment technique by using Zeolite Adsorption Method is able to decrease Lead (Pb) concentration from groundwater so that it can be used as raw water requirement for the community in research location.

Keywords: Groundwater quality, mild contamination, Zeolite Adsorption.