

**PEMODELAN DISPERSI HIDRODINAMIKA LINDI
TERHADAP AIR TANAH DANGKAL
DI TPA SUPIT URANG, MALANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**



**Bona Mangampu Tua
1132005014**


**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2017**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Bona Mangampu Tua


NIM : 1132005014

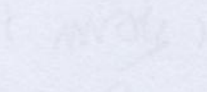
Tanda Tangan : 

Tanggal : 29 Agustus 2017


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik
dan Ilmu Komputer, Universitas Bina.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prianta Nugrohyoga, S.T., M.T. 

Pembimbing : Mayang Mangar Katsya, S.T., M.T. 

Pengaji : Aqil Azizi, Ph.D. 

Penguji : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si. 

Ditandatangani di : Jakarta

Tanggal : 29 Agustus 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Bona Mangampu Tua

NIM : 1132005014

Program Studi : Teknik Lingkungan

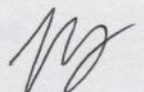
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Pemodelan Dispersi Hidrodinamika Lindi Terhadap Air Tanah
Dangkal Di TPA Supi Urang, Malang.

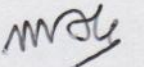
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI


Pembimbing : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T.

()

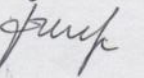
Pembimbing : Mayang Manguri Rahayu, S.T., M.T.

()

Penguji : Aqil Azizi, Ph.D.

()

Penguji : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 29 Agustus 2017

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Atas terlaksananya kegiatan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Sirin Fairus, S.TP., M.T., selaku ketua program studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie dan dosen pembimbing akademik yang telah memberi bimbingan, nasihat, saran, dan kritik dalam pelaksanaan penyusunan proposal Tugas Akhir (TA),
2. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberi banyak arahan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini,
3. Mayang Manguri Rahayu, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing lapangan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk ikut serta dalam penelitian desertasi yang sedang berjalan,
4. Deffi Ayu Puspito Sari, PhD., Irna Rahmaniar, S.T., M.T., Sandra Madonna, S.si., M.T., Diki Surya Irawa, S.T., M.si., dan Aqil Azizi, PhD., selaku dosen pengajar program studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie yang telah memberi bimbingan, nasihat, kritik dan saran,
5. Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T., dosen Teknik Sipil yang memberi masukan dan arahan mengenai geoteknik tanah,
6. Kedua orang tua saya tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, kasih sayang dengan ikhlas baik materiil maupun imaterial,
7. I. Made Marcus Brunner, S.T., M.T., MURP, PhD.,
8. Mas Erdi sebagai staff program studi Teknik Lingkungan yang membantu banyak bagian administrasi dari kampus,

9. Rekan-rekan mahasiswa S1 Teknik Lingkungan Universitas Bakrie, dan rekan-rekan yang tercinta yang selalu memberikan dukungan, kerjasama dan bantuan,
10. Keluarga Prasetyo di Jl. Tanjung Sari, Antapani, Bandung, yang telah banyak memberi *support* dan dukungan di Bandung,
11. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan kerja praktik ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 29 Agustus 2017

Penyusun.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : BONA MANGAMPU TUA
NIM : 1132005014
Program Studi : TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas : TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
Jenis Tugas Akhir : SRIPSI

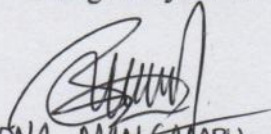
demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: PEMODELAN DISPERSI HIDRODINAMIKA LINDI TERHADAP AIR TANAH DANGKAL DI TPA SUPIT URANG, MALANG beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 29 Agustus 2017

Yang menyatakan


(...BONA MANGAMPU TUA...)

Pemodelan Dispersi Hidrodinamika Lindi Terhadap Air Tanah Dangkal Di TPA Supit Urang, Malang

Bona Mangampu Tua

ABSTRAK

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Supit Urang beroperasi sejak 1993 di Kota Malang dengan menggunakan sistem *open dumping* dan tahun 2011 mengalami pembaharuan menggunakan sistem *improve sanitary landfill*. Sistem *open dumping* memicu terjadinya rembesan lindi ke dalam air tanah dangkal. Lindi merupakan hasil dekomposisi sampah dan terdiri dari banyak senyawa organik dan anorganik yang tersuspensikan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pergerakan lindi vertikal dari *landfill* TPA menuju air tanah dangkal secara fisis. Pemodelan pergerakan lindi ditentukan dengan solusi analitik Ogata-Banks dalam bentuk visual grafik dispersi lindi berdasarkan tingginya persentasi Ct/Co (konsentrasi akhir/ awal). Parameter model diperoleh dari observasi data geotaging sumur pantau TPA, sumur warga dan uji laboratorium tanah TPA. Pergerakan lindi TPA Supit Urang dalam tanah dengan kecepatan $7,017 \times 10^{-4}$ m/hari. Nilai konsentrasi Ct/Co dipengaruhi oleh sifat-sifat jenis tanah seperti nilai dispersivitas, konduktivitas hidrolis dan porositas tanah. Hasil simulasi memprediksikan pergerakan lindi belum sampai pada air tanah dangkal ketika usia operasi TPA Supit Urang mencapai 24 tahun (2017) dengan persentasi Ct/Co $\leq 0\%$. Simulasi menunjukkan bahwa pergerakan lindi meningkat sesuai bertambahnya usia operasi TPA. Posisi pergerakan lindi akan berada pada air tanah dangkal ketika usia operasi TPA Supit Urang 80 tahun (2073) dengan persentasi Ct/Co = 0,1%.

Kata kunci : TPA Supit Urang, pergerakan lindi, air tanah dangkal, Ct/Co.

Modelling Of Leachate Hidrodinamic Dispersion With Shallow Groundwater In Supit Urang Landfill, Malang

Bona Mangampu Tua

ABSTRACT

Supit Urang landfill has been operated since 1993 in Malang City. This landfill used open dumping system since its operated, and changes its system into improve sanitary landfill in 2011. Open dumping system can make leachate infiltration causing groundwater pollution in landfill area. This leachate is produced by trash decomposition for a decades, which is come from organic and anorganic compound. This study objective is discovering of vertical leachate dispersion from Supit Urang landfill to the shallow groundwater physically. Leachate movement model determined by Ogata-Banks analitic solution with visual graphic of leachate dispersion and based on high C_t/C_o percentage (end/begin concentration). Leachate dispersion parameter obtained by observation of control well geotaging, citizen well, and soil laboratory test of landfill. Leachate movement in landfill soil with rate $7,017 \times 10^{-4}$ m/day. Ratio from C_t/C_o affected by dispersivity value, hydrolic conductivity, and soil porosivity. The simulation predicted leachate movement is not through into the groundwater in Supit Urang landfill since its operated 24 years ago (2017), with predicted ratio $C_t/C_o \leq 0$ %. Simulation result also showing leachate movement increasing proportionally with operation years. Leachate movement predicted will infiltrate shallow groundwater in 2073 or already has 80 years operated since beginning with C_t/C_o ratio = 0,1%.

Keywords: Supit Urang landfill, leachate, movement, shallow groundwater, C_t/C_o .

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.2.1 Identifikasi Masalah.....	4
1.2.2 Batasan Masalah Penelitian.....	4
1.2.3 Masalah Penelitian	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Luaran	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Supit Urang.....	6
2.2 Pengelolaan Sampah di Kota Malang dan TPA Supit Urang	7
2.3 Kajian Mengenai Timbulan Lindi.....	10
2.4 Karakteristik Lindi	13
2.5 Pemodelan Pencemaran Terhadap Lingkungan	16
2.6 Tinjauan Kondisi Geologi dan Tanah	17
2.6.1 Jenis dan Sifat Tanah Pasir Kelempungan.....	17
2.6.2 Tinjauan Geoteknik Tanah.....	19
2.6.3 Akuifer Tanah	20
2.7 Transportasi Kontaminan Dalam Tanah	22
2.8 Pemilihan Model atau Metode	25
2.8.1 Hukum Darcy	25

2.8.2 Adveksi	27
2.8.3 Dispersi Hidrodinamik.....	27
2.8.4 Model Satu Dimensi.....	31
2.9 Penelitian Terkait	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Umum.....	37
3.2 Jadwal Kegiatan	38
3.3 Data	38
3.3.1 Identifikasi Tanah Area TPA	39
3.3.2 Uji Karakteristik Tanah.....	40
3.3.3 Uji Konduktivitas Hirdolik (Hukum Darcy).....	41
3.4 Analisis Data	42
3.5 Verifikasi dan Kalibrasi	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Pengumpulan Data	46
4.1.1 Data Primer	46
4.1.2 Data Sekunder	52
4.2 Analisis Data	59
4.3 Model Dispersi Hidrodinamik	62
4.3.1 Simulasi Model	62
4.3.2 Verifikasi dan Kalibrasi	65
4.3.3 Evaluasi Tindakan Prevensi Pencemaran.....	67
BAB V KESIMPULAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Layout Tpa Supit Urang.....	6
Gambar 2.2 Kolam Pematuan lindi TPA Supit Urang	7
Gambar 2.3 Neraca Air Thorntwaite.....	11
Gambar 2.4 Akifer Tertekan (Confined Aquifer)	21
Gambar 2.5 Akifer Bebas (Unconfined Aquifer).....	21
Gambar 2.6 Akifer Bocor (Leaky Aquifer).....	22
Gambar 2.7 Proses Pembuangan Limbah Mencemari Sistem Air Tanah.....	23
Gambar 2.8 Skema Tahapan Pemodelan Air Tanah (Notodarmojo, 2005)	24
Gambar 2.9 Model Laboratorium Darcy (Bedient and Huber, 1992).....	25
Gambar 2.10 <i>Road Map</i> Penelitian	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 4.1 Peta Kontur Dari Titik Pengambilan Geotaging	47
Gambar 4.2 Peta Topografi Daerah TPA Supit Urang	47
Gambar 4.3 Skema Gradien Hidrolis Lokasi Penelitian	49
Gambar 4. 4 Hasil Uji Indeks Properti Jenis Tanah.....	51
Gambar 4.5 Layout TPA Supit Urang.....	52
Gambar 4.6 Diagram Batang Iklim Desa Mulyorejo, Malang.....	58
Gambar 4.7 Gradien Hidrolik Pada Persamaan Darcy.....	61
Gambar 4.8 Grafik 1 dimensi Dispersi Hidrodinamik Dengan Variasi Usia Operasional TPA.....	63
Gambar 4.9 Dispersi Hidrodinamika Lindi Secara Visual Berdasarkan Posisi Dan Konsentrasi Dari Ct/Co.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sarana Pengolahan Sampah	8
Tabel 2.2 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah	8
Tabel 2.3 Kebutuhan Penanganan Sampah Kota Malang	8
Tabel 2.4 Kandungan Kimiawi Dalam Lindi TPA Supit Urang (Hakim, 2014) ..	15
Tabel 2.5 Viskositas Lindi Berdasarkan Presentasi Kandungan Lindi (Elshabad, 2003).....	15
Tabel 2.6 Klasifikasi Tanah (USDA).....	18
Tabel 2.7 Ukuran Pori Tanah Menurut Klasifikasi Tanah USDA dan Internasional	20
Tabel 2.8 Nilai Dd untuk beberapa kontaminan pada temperatur 25°C	28
Tabel 2. 9 Matriks Perbedaan Terhadap Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	38
Tabel 4.1 Titik Koordinat Geotaging	46
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Karakteristik Tanah.....	50
Tabel 4.3 Klasifikasi Hasil Tanah TPA Supit Urang.....	50
Tabel 4.4 Data Sekunder TPA Supit Urang.....	53
Tabel 4.5 Sumber Sampah di TPA Supit Urang Malang.....	53
Tabel 4.6 Data Personil dan Alat Berat di TPA Supit Urang.....	54
Tabel 4.7 Hasil Pengecekan Kualitas Air dari Sumur Pantau 1 TPA (Data TPA Supit Urang).....	55
Tabel 4.8 Nilai Koefisien Dispersivitas Longitudinal Skala Lapangan.....	56
Tabel 4.9 Iklim Desa Mulyorejo	58
Tabel 4.10 Kriteria Intensitas Curah Hujan Di Wilayah Indonesia (BMKG).....	58
Tabel 4.11 Nilai Konduktivitas hidrolik (K).....	60
Tabel 4.12 Parameter Yang Digunakan Simulasi Model Observasi.....	62
Tabel 4. 13 Hasil Keberadaan Akhir Konsentrasi Ct/Co Berdasarkan Kedalaman	64
Tabel 4. 14 Kesimpulan Dari Nilai Korelasi Antarkomponen Berdasarkan Jenis Tanah	66
Tabel 4.15 Kekuatan Hubungan Antara 2 Variabel.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 UJI KADAR AIR	75
LAMPIRAN 2 UJI BERAT JENIS TANAH.....	79
LAMPIRAN 3 PEMERIKSAAN UKURAN BUTIRAN TANAH.....	83
LAMPIRAN 4 TABEL HASIL PERHITUNGAN.....	92
LAMPIRAN 5 HASIL UJI LAB TANAH	100
LAMPIRAN 6 PETA GEOLOGI JAWA TIMUR	104