

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PETA	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Perumusan Masalah.....	3
1.1.2 Letak Lokasi Daerah Penelitian	4
1.1.3 Keaslian Penelitian	5
1.2 Maksud, Tujuan, dan Manfaat yang Diharapkan	19
1.2.1 Maksud Penelitian	19
1.2.2 Tujuan Penelitian.....	19
1.2.3 Manfaat Penelitian.....	20
1.3 Peraturan Perundang – Undangan.....	20
1.4 Tinjauan Pustaka	21
1.4.1 Airtanah	21
1.4.2 Kualitas Airtanah.....	25
1.4.3 Pencemaran Airtanah	29
1.4.4 Limbah Cair <i>Vinasse</i>	29
1.4.5 Metode Indeks Pencemaran.....	31
1.4.6 Metode LeGrand.....	32
1.4.7 <i>Multi Soil Layering</i> (MSL).....	33
1.5 Batas Daerah Penelitian	35
1.5.1 Batas Permasalahan Penelitian	35

1.5.2	Batas Ekologis	36
1.5.3	Batas Sosial	37
BAB II LINGKUP KEGIATAN PENELITIAN		39
2.1	Lingkup Kegiatan Penelitian.....	39
2.1.1	Proses Produksi Alkohol di Daerah Penelitian.....	39
2.2	Komponen Lingkungan Hidup yang Terdampak oleh Limbah <i>Vinasse</i>	44
2.3	Kerangka Alur Penelitian	51
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN		52
3.1	Jenis Metode Penelitian dan Parameter yang Digunakan	52
3.1.1	Metode Pengumpulan Data	52
3.1.2	Pengolahan dan Analisis Data	54
3.2	Lintasan Pemetaan dan Teknik Sampling	56
3.3	Perlengkapan Penelitian	59
3.4	Tahap Penelitian.....	60
3.4.1	Tahap Persiapan	62
3.4.2	Tahap Kerja Lapangan I	64
3.4.3	Tahap Kerja Lapangan II.....	71
3.4.4	Tahap Laboratorium	72
3.4.5	Tahap Kerja Studio.....	86
3.4.6	Tahap Pasca Lapangan	86
BAB IV RONA LINGKUNGAN HIDUP		97
4.1	Komponen Geofisik-Kimia.....	97
4.1.1	Iklim	97
4.1.2	Topografi	102
4.1.3	Kemiringan Lereng.....	103
4.1.4	Bentuk Lahan	104
4.1.5	Tanah	106
4.1.6	Batuan.....	109
4.1.5	Tata Air.....	118
4.1.6	Bencana Alam	124
4.2	Biotis	124
4.2.1	Flora.....	124
4.2.2	Fauna	126
4.3	Sosial.....	127
4.3.1	Demografi.....	127
4.3.2	Ekonomi	128

4.3.3	Budaya.....	129
4.3.4	Kesehatan Masyarakat.....	130
4.3.5	Penggunaan Lahan	133
BAB EVALUASI PENELITIAN		136
5.1	Potensi Pencemaran Airtanah Berdasarkan Metode LeGrand	136
5.1.1	Jarak Horizontal Sumber Pencemaran	136
5.1.2	Kedalaman Muka Airtanah.....	137
5.1.3	Daya Serap di Atas Muka Airtanah.....	138
5.1.4	Permeabilitas Akuifer.....	139
5.1.5	Kemiringan Muka Airtanah.....	140
5.1.6	Analisis Potensi Pencemaran Berdasarkan Metode LeGrand	142
5.2	Evaluasi Kualitas Airtanah dan Status Mutu Airtanah	147
5.2.1	Evaluasi Kualitas Airtanah.....	147
5.2.2	Status Mutu Airtanah Berdasarkan Indeks Pencemaran	151
5.3	Arahan Pengolahan	158
5.3.1	Efisiensi Pengolahan Limbah Cair <i>Vinasse</i> dengan <i>Multi Soil Layering</i> ..	159
5.3.2	Evaluasi Uji Coba Pengolahan Limbah Cair <i>Vinasse</i> dengan <i>Multi Soil Layering</i>	162
BAB V ARAHAN PENGOLAHAN		169
6.1	Pendekatan Teknologi.....	169
6.1.1	Rekomendasi Desain Pengolahan Limbah Cair <i>Vinasse</i> Skala Industri dengan MSL.....	170
6.2	Pendekatan Sosial – Ekonomi.....	177
6.3	Pendekatan Institusi	177
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		179
1.1	Kesimpulan	179
7.2	Saran.....	180
PERISTILAHAN		182
DAFTAR PUSTAKA		184
LAMPIRAN A		190
Perhitungan Debit Limbah <i>Vinasse Influent</i>		190
LAMPIRAN B		191
Perhitungan LeGrand		191
LAMPIRAN C		196
Perhitungan Indeks Pencemaran Airtanah		196
LAMPIRAN D		204

Perhitungan TDS dan BOD.....	204
LAMPIRAN E	213
Perhitungan Efisiensi Pengolahan.....	213
LAMPIRAN F	215
Perhitungan Desain Unit Pengolahan MSL Skala Lapangan.....	215
LAMPIRAN G	222
Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air	222

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Keaslian Penelitian	7
Tabel 1.2 Peraturan Perundang-Undangan.....	20
Tabel 1.3 Karakteristik <i>Vinasse</i>	30
Tabel 1.4 Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri <i>Ethanol</i>	31
Tabel 1.5 Evaluasi Terhadap Nilai IP	32
Tabel 1.6 Nilai Pengharkatan Metode LeGrand.....	32
Tabel 2.1 Karakteristik Limbah <i>Vinasse</i> Hasil Uji Oktober 2022	43
Tabel 2.2 Hasil Pengujian Awal Sampel <i>Vinasse</i> , Air Kolam, dan Air Sumur	43
Tabel 2.3 Lingkungan Hidup Terdampak	48
Tabel 3.1 Titik Lokasi Sampling Daerah Penelitian	57
Tabel 3.2 Perlengkapan Penelitian	59
Tabel 3.3 Data Sekunder yang Dibutuhkan.....	63
Tabel 3.4 Data Primer yang Dibutuhkan.....	65
Tabel 3.5 Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan Van Zuidam 1983	68
Tabel 3.6 Klasifikasi dan Determinasi Jenis Tanah Berdasarkan Soepraptohardjo (1961).....	69
Tabel 3.7 Baku Mutu Air Limbah Alkohol yang Digunakan.....	73
Tabel 3.8 Baku Mutu Air Kelas I.....	74
Tabel 3.9 Perlengkapan Percobaan Laboratorium	80
Tabel 3.10 Nilai Konduktivitas Hidraulik K_h Batuan	90
Tabel 4.1 Rata-Rata Curah Hujan Bulanan Tahun 2012-2021 di Stasiun Nyemengan.....	98
Tabel 4.2 Klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951).....	99
Tabel 4.3 Jumlah Rata-Rata Bulan Kering (BK), Bulan Lembab (BL), dan Bulan Basah (BB).....	99
Tabel 4.4 Klasifikasi Iklim Schmidt-Ferguson	100
Tabel 4.5 Titik MAT pada Daerah Penelitian	120
Tabel 4.6 Klasifikasi Kedalaman Muka Airtanah	120
Tabel 4.7 Jenis Flora pada Daerah Penelitian	125
Tabel 4.8 Jenis Fauna pada Daerah Penelitian.....	126
Tabel 4.9 Jumlah Penduduk di Kalurahan Tirtonirmolo.....	128
Tabel 4.10 Jenis Mata Pencaharian Penduduk Kalurahan Tirtonirmolo	128
Tabel 4.11 Jenjang Pendidikan Penduduk Kalurahan Tirtonirmolo	129
Tabel 4.12 Pemeluk Agama Kalurahan Tirtonirmolo.....	130
Tabel 4.13 Prevalensi Jenis Penyakit di Kecamatan Kasihan.....	131
Tabel 4.14 Tenaga Kesehatan di Kecamatan Kasihan	131
Tabel 5.1 Hasil Skoring Jarak Horizontal berdasarkan Metode LeGrand	137
Tabel 5.2 Hasil Skoring Kedalaman Muka Airtanah berdasarkan Metode LeGrand	136
Tabel 5.3 Hasil Skoring Daya Serap di atas Muka Airtanah berdasarkan Metode LeGrand	139

Tabel 5.4	Hasil Permeabilitas Akuifer Muka Airtanah berdasarkan Metode LeGrand	140
Tabel 5.5	Hasil Skoring Kemiringan Muka Airtanah berdasarkan Metode LeGrand	141
Tabel 5.6	Hasil Skoring Potensi Pencemaran Berdasarkan Skoring LeGrand	142
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Laboratorium Kualitas Airtanah terhadap Parameter pH, TDS, BOD, COD, dan Sulfida.....	147
Tabel 5.8	Status Mutu Airtanah Berdasarkan Indeks Pencemaran	151
Tabel 5.9	Kualitas Limbah Cair <i>Vinasse</i> Sebelum dan Setelah dilakukan Pengolahan	160
Tabel 5.10	Hasil Pengukuran Konsentrasi Kekeruhan Hasil Pengolahan <i>Vinasse</i> dengan MSL	162
Tabel 5.11	Pemantauan Nilai pH pada Masa Aklimatisasi.....	164
Tabel 6.1	Spesifikasi IPAL <i>Multi Soil Layering</i>	173

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Hidrogeologi Airtanah	22
Gambar 1.2 Sistem Akuifer dan Kedudukan Airtanah berdasarkan Todd (1980).....	25
Gambar 1.3 Desain Pengolahan Limbah Metode <i>Multi Soil Layering</i> (MSL)	34
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Produksi Alkohol.....	39
Gambar 2.2 Unit Pemasakan Adonan	40
Gambar 2.3 Tangki Fermentasi.....	41
Gambar 2.4 Unit Distilasi	41
Gambar 2.5 Lahan Pertanian terdampak <i>Vinasse</i>	45
Gambar 2.6 Kolam Pengendapan <i>Vinasse</i>	45
Gambar 2.7 Anak Sungai Bedog terdampak <i>Vinasse</i>	46
Gambar 2.8 Kerangka Alur Penelitian	50
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	61
Gambar 3.2 Sketsa Tata Cara Pengukuran Muka Air Tanah (MAT)	67
Gambar 3.3 Pengukuran Kedalaman Muka Airtanah (LP 27).....	67
Gambar 3.4 Pengambilan sampel limbah vinasse untuk pengolahan	72
Gambar 3.5 Pengujian BOD menggunakan Botol Minkler	75
Gambar 3.6 Persiapan Titrasi Sampel Uji BOD	76
Gambar 3.7 Menitiasi sampel dengan Larutan Tiosulfat	76
Gambar 3.8 Mempersiapkan Sampel Limbah dengan Cawan Goach untuk dilakukan Pengovenan	77
Gambar 3.9 Menimbang Filtrat Sampel yang Telah Dioven	78
Gambar 3.10 Dimensi Instalasi Reaktor	83
Gambar 3.11 Diagram Alir Uji Coba Pengolahan	85
Gambar 3.12 Skala Nomogram Pengharkatan Metode LeGrand Parameter Kedalaman MAT	87
Gambar 3.13 Skala Nomogram Pengharkatan Metode LeGrand Parameter Gradien MAT	88
Gambar 3.14 Skala Nomogram Pengharkatan Metode LeGrand Parameter Jarak Sumber Pencemar.....	89
Gambar 3.15 Skala Nomogram Pengharkatan Metode LeGrand Parameter Daya Serap di atas Akuifer.....	89
Gambar 3.16 Skala Nomogram Pengharkatan Metode LeGrand Parameter Permeabilitas Akuifer	90
Gambar 4.1 Curah Hujan Rata-Rata Daerah Penelitian Tahun 2012 – 2021	100
Gambar 4.2 Bentuk Lahan di Daerah Penelitian LP 5 (A. Bukit Sisa Satuan Batu Gamping B. Dataran Aluvial).....	103
Gambar 4.3 Bentuk Lahan Dataran Aluvial di Lokasi Penelitian.....	105
Gambar 4.4 Jenis Tanah di Lokasi Penelitian	107
Gambar 4.5 Batu Gamping	110
Gambar 4.6 Pengujian Sampel Batuan dengan Larutan HCl.....	110
Gambar 4.7 Anak Sungai Bedog di Lokasi Penelitian.....	119
Gambar 4.8 Sungai Winongo di Lokasi Penelitian	119
Gambar 4.9 Flora di Daerah Penelitian.....	125
Gambar 4.10 Fauna di Daerah Penelitian	127

Gambar 4.11 Komponen Sosial di Daerah Penelitian (a) Masjid; (b) Sekolah; (c) Permukiman; (d) Perternakan; (e)TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu); (f) Kuburan	132
Gambar 4.12 Penggunaan Lahan di Daerah Penelitian.....	134
Gambar 5.1 Grafik Efisiensi Pengolahan <i>Vinasse</i> dengan <i>Multi Soil Layering</i>	161
Gambar 5.2 Grafik Pemantauan pH Selama Aklimatisasi	164
Gambar 6.1 Desain Dimensi Bak <i>Multi Soil Layering</i>	171

DAFTAR PETA

	halaman
Peta 1.1 Batas Administrasi Daerah Penelitian.....	6
Peta 1.2 Batas Penelitian	37
Peta 2.1 Kondisi Daerah Penelitian.....	49
Peta 3.1 Lintasan Penelitian	57
Peta 4.1 Topografi Daerah Penelitian	112
Peta 4.2 Kemiringan Lereng Penelitian	113
Peta 4.3 Bentuk Lahan Daerah Penelitian.....	114
Peta 4.4 Jenis Tanah Daerah Penelitian	115
Peta 4.5 Batuan Daerah Penelitian	116
Peta 4.6 <i>Flownet</i>	121
Peta 4.7 Penggunaan Lahan Penelitian	133
Peta 5.1 Potensi Pencemaran Airtanah.....	143
Peta 5.2 Status Mutu Airtanah	153
Peta 6.1 Arah Pengolahan	172

DAFTAR PERSAMAAN

halaman

Persamaan 1 Kedalaman MAT	66
Persamaan 2 Ketinggian MAT	66
Persamaan 3 Tipe Iklim Schmidt – Ferguson	86
Persamaan 4 Kemiringan MAT	87
Persamaan 5 Jarak Horizontal	87
Persamaan 6 Indeks Pencemaran	90
Persamaan 7 Indeks Pencemaran Baru	90
Persamaan 8 Efisiensi Pengolahan Limbah	91
Persamaan 9 Perhitungan Beban BOD pada Limbah Influent	92
Persamaan 10 Perhitungan Beban BOD yang Akan Dihilangkan	92
Persamaan 11 Perhitungan Media Pengolahan (MSL)	92
Persamaan 12 Perhitungan Total Kedalaman Bak Pengolahan (MSL)	92
Persamaan 13 Volume Bak Biofilter Aerob (MSL)	93
Persamaan 14 Volume Ruang Media Pengolahan (MSL)	93
Persamaan 15 Voume Ruang Aerasi yg dibutuhkan	93
Persamaan 16 Volume Ruang Media + Volume Ruang Aerasi	93
Persamaan 17 Kebutuhan Oksigen	93
Persamaan 18 Kebutuhan Udara Teoritis	93
Persamaan 19 Kebutuhan Udara Aktual	93
Persamaan 20 Reaksi Regenasi Zeolit dengan NaCl	94
Persamaan 21 Reaksi Regenasi Zeolit dengan NaCl	94
Persamaan 22 Reaksi Pemakaian Oksigen oleh Mikroorganisme	161
Persamaan 23 Reaksi Pembentukan Sel Mikroorganisme dari Zat Organik	161

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	186
Perhitungan Debit Limbah <i>Vinasse</i> Influen	186
LAMPIRAN B	187
Perhitungan LeGrand	187
LAMPIRAN C	192
Perhitungan Indeks Pencemaran Airtanah	192
LAMPIRAN D	200
Perhitungan TDS dan BOD.....	200
LAMPIRAN E	209
Perhitungan Efisiensi Pengolahan.....	209
LAMPIRAN F	211
Perhitungan Desain Unit Pengolahan MSL	211
LAMPIRAN G	217
Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air	217