

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR PETA.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang.....	1
1.1.1. Perumusan Masalah.....	2
1.1.2. Keaslian Penelitian.....	3
1.2.Maksud, Tujuan, dan Manfaat Penelitian.....	10
1.2.1. Maksud Penelitian.....	10
1.2.2. Tujuan Penelitian.....	10
1.2.3. Manfaat Penelitian.....	10
1.3.Peraturan.....	11
1.4.Tinjauan Pustaka.....	12
1.4.1. PT. Madubaru (PG-PS. Madukismo).....	12
1.4.1.1.Proses Produksi Gula di PG. Madukismo.....	13
1.4.1.2.Proses Produksi Alkohol/Spiritus di PS. Madukismo.....	18
1.4.2. Karakteristik Limbah Cair Vinasse dan Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Alkohol/Spiritus.....	21
1.4.3. Airtanah.....	23
1.4.3.1.Gerakan Airtanah.....	26
1.4.3.2.Ketinggian Muka Airtanah dan Arah Aliran Airtanah.....	27
1.4.4. Akuifer.....	28
1.4.5. Tanah.....	32
1.4.6. Pencemaran Airtanah.....	33
1.4.7. Kondisi Aktual Kualitas Airtanah Bebas dan Baku Mutu Air.....	38
1.4.8. Status Mutu Airtanah Bebas dan Indeks Pencemaran.....	45

1.4.9. Teknik Pengolahan Limbah Cair.....	47
1.4.9.1.Koagulasi, Filtrasi, dan Adsorpsi.....	48
1.4.9.2.Batch Anaerobic Reactor.....	51
1.5. Lingkup Daerah Penelitian.....	57
1.5.1. Lokasi, Letak Administrasi, Luas dan Kesampaian Lokasi Penelitian.....	60
1.5.1.1.Lokasi, Letak Adminis trasi, dan Luas Daerah Penelitian.....	60
1.5.1.2.Kesampaian Daerah Penelitian.....	61
1.5.2. Batas Daerah Penelitian.....	62
1.5.2.1.Batas Permasalahan Penelitian.....	62
1.5.2.2.Batas Ekologis.....	63
1.5.2.3.Batas Sosial.....	63
BAB II RUANG LINGKUP PENELITIAN	
2.1. Lingkup Kegiatan Penelitian.....	66
2.1.1. Jenis Kegiatan Penelitian.....	67
2.1.2. Komponen Lingkungan.....	68
2.2. Kerangka Alur Pikir Penelitian.....	69
BAB III CARA PENELITIAN	
3.1. Jenis Metode Penelitian dan Parameter yang digunakan.....	70
3.1.1. Jenis Metode Penelitian.....	70
3.1.2. Parameter yang digunakan.....	72
3.2. Teknik Sampling dan Penentuan Lokasi Sampling.....	76
3.3. Perlengkapan Penelitian.....	79
3.4. Tahapan Peneleitian.....	81
3.4.1. Tahap Persiapan.....	83
3.4.2. Tahap Kerja Lapangan.....	87
3.4.2.1. Survey dan Pemetaan Penggunaan Lahan, Kemiringan Lereng, Jenis Tanah, dan Satuan Batuan.....	88
3.4.2.2. Pengukuran Ketinggian Muka Airtanah.....	89
3.4.2.3. Pemetaan Saluran Irigasi Teraliri Limbah Cair Vinasse.....	91
3.4.2.4. Pengujian Tekstur Tanah di Lapangan.....	93
3.4.2.5. Pengambilan Sampel Tanah untuk Uji Permeabilitas Tanah...	95
3.4.2.6. Pengambilan Sampel Limbah Cair PG-PS.Madukismo.....	96
3.4.2.7. Pengambilan Sampel Airtanah.....	97

3.4.2.8. Wawancara Penggunaan Air Sumur dan Kesehatan Masyarakat.....	98
3.4.3. Tahap Kerja Laboratorium.....	99
3.4.4. Tahap Kerja Studio.....	100
3.4.5. Tahap Kerja untuk Teknik Pengolahan.....	108
3.4.5.1. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	108
3.4.5.2. Langkah Kerja.....	111
BAB IV RONA LINGKUNGAN HIDUP	
4.1. Lingkup Rona Lingkungan Hidup	115
4.1.1. Komponen Geofisik-kimia.....	115
4.1.1.1. Iklim.....	115
4.1.1.2. Bentuklahan.....	117
4.1.1.3. Tanah.....	122
4.1.1.4. Satuan Batuan.....	126
4.1.1.5. Tata Air.....	130
4.1.1.6. Bencana Alam.....	147
4.1.2. Komponen Biotis.....	148
4.1.2.1. Flora.....	148
4.1.2.2. Fauna.....	148
4.1.3. Komponen Sosial.....	149
4.1.3.1. Demografi.....	149
4.1.3.2. Ekonomi.....	150
4.1.3.3. Budaya.....	151
4.1.3.4. Kesehatan Masyarakat.....	151
4.1.3.5. Penggunaan Lahan.....	152
BAB V EVALUASI HASIL PENELITIAN	
1.1. Karakteristik Limbah Cair Vinasse PG-PS. Madukismo.....	155
1.2. Kondisi Aktual Kualitas Airtanah Bebas.....	157
1.3. Analisis Deskriptif Komparatif.....	161
1.4. Evaluasi untuk Teknik Pengolahan.....	164
BAB VI ARAHAN TEKNIS PENGELOLAAN LINGKUNGAN	
6.1. Pendekatan Teknologi.....	167
6.1.1. Hasil Pengolahan dengan Batch Anaerobic Reactor skala Lab.....	168

6.1.2. Batch Anaerobic Reactor Skala Industri.....	173
6.2. Pendekatan Sosial Ekonomi.....	173
6.3. Pendekatan Institusi.....	174
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1. Kesimpulan.....	176
7.2. Saran.....	177
DAFTAR PUSTAKA	
PERISTILAHAN	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Daftar Hasil Penelitian Terkait Sebelumnya.....	4
Tabel 1.2	Peraturan Perundang-undangan.....	11
Tabel 1.3	Kadar Parameter Pencemar dalam Limbah Cair PG-PS.Madukismo...	22
Tabel 1.4	Volume Limbah Cair Vinasse PG-PS. Madukismo.....	22
Tabel 1.5	Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Alkohol (Spiritus).....	23
Tabel 1.5	Potensi Relatif Airtanah di DIY.....	26
Tabel 1.6	Perkiraan Distribusi Air di Dunia.....	24
Tabel 1.7	Nilai Porositas Akuifer.....	30
Tabel 1.8	Nilai Konduktivitas Hidrolik.....	31
Tabel 1.9	Tingkat Koefisien Permeabilitas.....	32
Tabel 1.10	Baku Mutu Airtanah Bebas untuk Air Kelas I.....	44
Tabel 1.11	Kriteria Desain Bioreaktor Tangki Teraduk.....	58
Tabel 3.1	Kriteria Asumsi dan Keterkaitan dengan Parameter dalam Komponen Lingkungan yang Diteliti.....	73
Tabel 3.2	Perlengkapan Penelitian, Kegunaan, dan Hasil yang didapat.....	79
Tabel 3.3	Parameter, Jenis Data, dan Sumber Data yang dibutuhkan.....	84
Tabel 3.4	Parameter Data Primer dan Karakteristiknya.....	87
Tabel 3.5	Kategori Mutu Kualitas Air.....	103
Tabel 3.6	Klasifikasi Iklim menurut Schmidt-Ferguson.....	106
Tabel 3.7	Klasifikasi Permeabilitas Tanah.....	107
Tabel 4.1	Curah Hujan Tahunan (mm) Lokasi Penelitian.....	116
Tabel 4.2	Tekstur dan Permeabilitas Tanah di Lokasi Penelitian.....	122
Tabel 4.3	Hasil Uji Laboratorium dan Status Mutu Airtanah Bebas Daerah Penelitian.....	140
Tabel 4.4	Jenis Flora di Daerah Penelitian.....	148
Tabel 4.5	Jenis Fauna di Daerah Penelitian.....	149
Tabel 5.1	Karakteristik Limbah Cair Vinasse PG-PS. Madukismo.....	155
Tabel 5.2	Perbandingan Karakteristik Limbah Cair Vinasse PG-PS.Madukismo.	156
Tabel 5.3	Peringkat Status Mutu Kualitas Airtanah Bebas.....	157
Tabel 6.1	Effisiensi Pengolahan Limbah Cair Vinasse dengan Batch Anaerobic Reactor.....	172

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Alir Proses Produksi Gula di PG. Madukismo.....	13
Gambar 1.2. Kicker Tebu Sebelum Masuk ke Unit Pencacah dan Unit Gilingan Tebu.....	15
Gambar 1.3. <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> sebagai Pemisah Nira Jernih dan Nira Kotor.....	16
Gambar 1.4. Evaporator.....	16
Gambar 1.5. Stasiun Kristalisasi.....	17
Gambar 1.6. Talang Getar dan Pengemasan.....	17
Gambar 1.7. Diagram Alir Proses Produksi Alkohol/Spiritus di PG. Madukismo	18
Gambar 1.8. Tangki Penampungan Tetes, Tangki Adonan/Masakan, Proses Masakan Setelah Dicampur Urea, NPK, dan H ₂ SO ₄	19
Gambar 1.9. Tangki Fermentasi.....	20
Gambar 1.10. Kolom Destilasi/Penyulingan.....	20
Gambar 1.11. Grafik Debit Limbah Cair Vinasse tahun 2015.....	22
Gambar 1.12. Daur Hidrologi.....	24
Gambar 1.13. Agihan Vertikal Airtanah.....	25
Gambar 1.14. Ilustrasi Kemiringan Airtanah.....	27
Gambar 1.15. Ilustrasi Kedalaman dan Ketinggian Muka Airtanah.....	28
Gambar 1.16. Ilustrasi Akuifer Tidak Tertekan (Bebas) dan Akuifer Tertekan....	28
Gambar 1.17. Sistem Akuifer Merapi.....	29
Gambar 1.18. Contoh-contoh Ruang Antar Butir pada Batuan dan Hubungan Tekstur dengan Porositas.....	30
Gambar 1.19. Mekanisme Kontaminasi Tanah dan Airtanah dari Berbagai Sumber.....	36
Gambar 1.20. Bentuk dan Ukuran Plume dengan Jumlah Pemasukan dan Jenis Limbah Tetap.....	36
Gambar 1.21. Tipe Bentuk Plume sesuai dengan Jumlah Kontaminan yang Dimasukkan.....	37
Gambar 1.22. Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan (j).....	46
Gambar 1.23. Desain Bak Pengolahan Koagulasi-Filtrasi-Adsorpsi.....	50
Gambar 1.24. Skema Proses Perombakan secara Anaerob.....	52
Gambar 1.25. Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme.....	55

Gambar 1.26. Geometri Standar Bioreaktor Tangki Teraduk.....	57
Gambar 1.27. Desain Batch Anaerobic Reactor skala Laboratorium.....	59
Gambar 1.28. Kondisi Jalan di Lokasi Penelitian.....	62
Gambar 2.1. Kerangka Alur Pikir Penelitian.....	69
Gambar 3.1. Perlengkapan Penelitian.....	81
Gambar 3.2. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	82
Gambar 3.3. Pengukuran Kedalaman dan Ketinggian Muka Airtanah.....	89
Gambar 3.4. Pengukuran Ketinggian MAT di LP 25.....	90
Gambar 3.5. Pemetaan Saluran Irigasi TeralirI Limbah Cair Vinasse.....	91
Gambar 3.6. Penetapan Detail Kelas Tekstur Tanah berdasarkan Metode Rasa Rabaan dan Gejala Konsistensi.....	93
Gambar 3.7. Pengujian Tekstur Tanah.....	94
Gambar 3.8. Pengambilan Sampel Tanah dengan Soil Ring Sampler.....	96
Gambar 3.9. Teknik Pengambilan Sampel Limbah Cair secara Langsung.....	96
Gambar 3.10. Pengambilan Sampel Limbah Cair Vinasse.....	97
Gambar 3.11. Sampel Airtanah Bebas untuk Uji Kualitas Air.....	98
Gambar 3.12. Kegiatan Wawancara di LP 2.....	99
Gambar 3.13. Metode Three Point Problem dalam Pembuatan Flownet.....	101
Gambar 3.14. Kontur Ketinggian Muka Airtanah dan Arah Aliran Airtanah.....	102
Gambar 3.15. Desain Batch Anaerob Reactor Skala Laboratorium.....	109
Gambar 3.16. pH meter.....	109
Gambar 3.17. NaOH dan Aquades.....	110
Gambar 3.18. Timbangan.....	110
Gambar 3.19. Labu Erlenmeyer 250 mL dan Batang Pengaduk.....	111
Gambar 3.20. Gelas Ukur.....	111
Gambar 3.21. Teknik Pengolahan dengan Batch Anaerob Reactor Skala Laboratorium.....	114
Gambar 4.1. Grafik Curah Hujan Lokasi Penelitian.....	116
Gambar 4.2. Sayatan Bentuklahan Daerah Penelitian.....	120
Gambar 4.3. Bentuklahan Lokasi Penelitian.....	121
Gambar 4.4. Jenis Tanah Lokasi Penelitian.....	126
Gambar 4.5. Perlapisan pada Singkapan Batugamping di Lokasi Penelitian.....	127
Gambar 4.6. Singkapan Batugamping di Sungai.....	129

Gambar 4.7. Satuan Endapan Aluvial dimanfaatkan untuk Area Pertanian.....	129
Gambar 4.8. Kondisi Sungai Bedog di LP 90.....	130
Gambar 4.9. Air Sumur digunakan untuk Kebutuhan Domestik.....	131
Gambar 4.10. Diagram Kadar TSS di Daerah Penelitian.....	133
Gambar 4.11. Diagram Kadar TDS di Daerah Penelitian.....	134
Gambar 4.12. Diagram Kadar BOD di Daerah Penelitian.....	135
Gambar 4.13. Diagram Kadar COD di Daerah Penelitian.....	136
Gambar 4.14. Diagram Kadar Sulfida di Daerah Penelitian.....	137
Gambar 4.15. Diagram Kadar Fosfat di Daerah Penelitian.....	138
Gambar 4.16. Diagram Kadar Fe di Daerah Penelitian.....	139
Gambar 4.17. Saluran Irigasi Teraliri Limbah Cair Vinasse.....	141
Gambar 4.18. Pembuatan Talud dan Pemasangan Bambu sebagai Penahan Longsoran Tanah.....	147
Gambar 4.19. Jenis Flora di Lokasi Penelitian.....	148
Gambar 4.20. Jenis Fauna di Lokasi Penelitian.....	149
Gambar 4.21. Kegiatan Perekonomian di Lokasi Penelitian.....	150
Gambar 4.22. Prasarana Ibadah dan Pendidikan di Lokasi Penelitian.....	151
Gambar 4.23. Prasarana Kesehatan di Lokasi Penelitian.....	152
Gambar 4.24. Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian.....	153
Gambar 6.1. Batch Anaerob Reactor Skala Laboratorium.....	169
Gambar 6.2. Grafik Hasil Pengamatan Temperatur pada <i>Batch</i> <i>Anaerobic</i> Reactor.....	170
Gambar 6.10. Grafik Hasil Pengamatan pH pada <i>Batch Anaerobic</i> Reactor.....	171
Gambar 6.11. Batch Anaerob Reactor Skala Industri.....	175

DAFTAR PETA

Peta 1.1. Peta Adiministrasi Daerah Penelitian.....	64
Peta 1.2. Peta Batas Daerah Penelitian.....	65
Peta 3.1. Peta Lintasan Daerah Penelitian.....	78
Peta 3.2. Peta Saluran Irigasi Teraliri Limbah Cair Vinasse.....	92
Peta 4.1. Peta Topografi dan Kemiringan Lereng.....	118
Peta 4.2. Peta Bentuklahan Daerah penelitian.....	119
Peta 4.3. Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian.....	124
Peta 4.4. Peta Permeabilitas Tanah Daerah Penelitian.....	125
Peta 4.5. Peta Satuan Batuan Daerah Penelitian.....	128
Peta 4.6. Peta Ketinggian MAT dan Arah Aliran.....	132
Peta 4.7. Peta Kondisi Aktual Kualitas Airtanah Bebas.....	142
Peta 4.8. Peta Status Mutu Airtanah Bebas.....	143
Peta 4.9. Peta Sebaran Sulfida Daerah penelitian.....	144
Peta 4.10.Peta Sebaran Fosfat Daerah penelitian.....	145
Peta 4.11.Peta Sebaran Fe Daerah penelitian.....	146
Peta 4.12.Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian.....	154

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Pemetaan Saluran Irigasi Teraliri Limbah cair Vinasse
- Lampiran 2. Data Pengukuran Ketinggian Muka Airtanah Bebas
- Lampiran 3. Data Sampel Kualitas Airtanah Bebas dan Wawancara
- Lampiran 4. Perhitungan Indeks Pencemaran Airtanah Bebas
- Lampiran 5. Perhitungan Klasifikasi iklim Menurut Schmidt-Ferguson
- Lampiran 6. Perhitungan Dimensi Batch Anaerobic Reactor
- Lampiran 7. Perhitungan Efisiensi Batch Anaerobic Reactor
- Lampiran 8. Data Temperatur, pH, dan Penambahan NaOH pada Pengontrolan pH dalam Batch Anaerobic Reactor
- Lampiran 9. Daftar Pertanyaan Wawancara
- Lampiran 10. Data Log Bor
- Lampiran 11. Hasil Pengujian Kualitas Airtanah Bebas
- Lampiran 12. Hasil Pengujian Karakteristik Limbah Cair Vinasse
- Lampiran 13. Pergub DIY No.20 tahun 2008