

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ORISINALITAS PENELITIAN</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB.1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya .....	7
1.5.1. Industri.....	7
1.5.2. Air Limbah.....	8
1.5.3. Airtanah .....	10
1.5.4. Pencemaran Airtanah.....	12
1.5.5. Geolistrik .....	13
1.5.6. <i>Electrical Resistivity Tomography (ERT)</i> .....	14
1.6. Keaslian Penelitian .....	15
1.7. Kerangka Pemikiran .....	17
<b>BAB.2 METODE PENELITIAN</b> .....	24
2.1. Alat dan Bahan Penelitian .....	24
2.1.1. Bahan Penelitian .....	24
2.1.2. Alat Penelitian.....	24
2.2. Pemilihan Daerah Penelitian .....	27
2.3. Pengamatan Peta.....	29
2.4. Telaah Pustaka.....	29
2.5. Data yang Dikumpulkan.....	29
2.5.1. Pembuatan Peta <i>Flownets</i> .....	29

2.5.2.	Pembuatan Peta Persebaran Nilai Daya Hantar Listrik Airtanah Bebas (DHL).....	30
2.5.3.	Pembuatan Peta Persebaran Pencemaran Airtanah Bebas .....	30
2.5.4.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas .....	30
2.5.5.	Pengambilan Sampel Kualitas Airtanah Bebas .....	31
2.6.	Keterkaitan Data dengan Populasi.....	31
2.7.	Teknik <i>Sampling</i> .....	31
2.7.1.	Pembuatan Peta <i>Flownets</i> .....	31
2.7.2.	Pembuatan Peta Persebaran Nilai Daya Hantar Listrik (DHL) Airtanah Bebas.....	32
2.7.3.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas .....	34
2.7.4.	Pengambilan Sampel Kualitas Airtanah Bebas .....	34
2.8.	Teknik Ekstraksi Data Primer .....	34
2.8.1.	Pembuatan Peta <i>Flownets</i> .....	34
2.8.2.	Pembuatan Peta Persebaran Nilai Daya Hantar Listrik (DHL) Airtanah Bebas.....	35
2.8.3.	Pembuatan Peta Persebaran Pencemaran Airtanah Bebas .....	35
2.8.4.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas .....	35
2.8.5.	Pengambilan Sampel Kualitas Airtanah Bebas .....	38
2.9.	Pengolahan Data.....	39
2.9.1.	Pembuatan Peta <i>Flownets</i> .....	39
2.9.2.	Pembuatan Peta Persebaran Daya Hantar Listrik (DHL) Airtanah Bebas.....	41
2.9.3.	Pembuatan Peta Persebaran Pencemaran Airtanah Bebas .....	42
2.9.4.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas .....	42
2.9.5.	Pengambilan Sampel Kualitas Airtanah Bebas .....	50
2.10.	Analisis Data .....	51
2.10.1.	Pembuatan Peta <i>Flownets</i> .....	51
2.10.2.	Pembuatan Peta Persebaran Daya Hantar Listrik (DHL) Airtanah Bebas.....	51
2.10.3.	Pembuatan Peta Persebaran Pencemaran Airtanah Bebas .....	51

2.10.4.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas .....	51
2.10.5.	Pengambilan Sampel Kualitas Airtanah Bebas .....	52
2.11.	Hasil.....	52
2.11.1.	Pembuatan Peta <i>Flownets</i> .....	52
2.11.2.	Pembuatan Peta Persebaran Daya Hantar Listrik (DHL) Airtanah Bebas.....	52
2.11.3.	Pembuatan Peta Persebaran Pencemaran Airtanah Bebas .....	52
2.11.4.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas .....	53
2.11.5.	Pengambilan Sampel Kualitas Airtanah Bebas .....	53
2.12.	Batasan Operasional .....	53
2.13.	Diagram Alir Penelitian.....	55
<b>BAB.3</b>	<b>DESKRIPSI WILAYAH</b> .....	<b>56</b>
3.1.	Batas dan Luas Wilayah Daerah Penelitian.....	56
3.2.	Klimatologi.....	58
3.3.	Kondisi Hidrologi.....	59
3.3.1.	Hidrologi Permukaan .....	59
3.3.2.	Hidrologi Airtanah.....	60
3.4.	Geologi, Geomorfologi, dan Tanah.....	62
3.4.2.	Satuan Perbukitan Struktural Sentolo .....	64
3.5.	Penggunaan Lahan .....	65
3.6.	Kondisi Sosial-Ekonomi.....	66
3.6.1.	Kondisi Sosial .....	66
3.6.2.	Kondisi Ekonomi .....	67
<b>BAB.4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>68</b>
4.1.	Distribusi Pencemaran Airtanah Berdasarkan Nilai Daya Hantar Listrik....	68
4.1.1.	Tinggi Muka Airtanah dan Arah Aliran Airtanah .....	68
4.1.2.	Persebaran Nilai Daya Hantar Listrik (DHL) .....	82
4.1.3.	Pemetaan Pencemaran Airtanah .....	87
4.2.	Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Berdasarkan Nilai Resistivitas ....	99
4.2.1.	Penentuan Lintasan Geolistrik dan Rentang Nilai Resistivitas Pencemaran.....	99
4.2.2.	Distribusi Nilai Resistivitas .....	103

<b>BAB.5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	123
5.1.	Kesimpulan.....	123
5.2.	Saran .....	124
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	125
	<b>LAMPIRAN</b> .....	131
	Lampiran 1. Data Klimatologi .....	132
	Lampiran 2. Data Survei Tinggi Muka Airtanah (TMA).....	136
	Lampiran 3. Data Survei Daya Hantar Listrik (DHL) .....	138
	Lampiran 4. Cheklist Survei Geolistrik Metode ERT.....	140
	Lampiran 5. Data Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air .....	141
	Lampiran 6. Data Bor.....	142
	Lampiran 7. Data Hasil Survei Geolistrik Metode ERT .....	148

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Gula .....	9
Gambar 1.2 Pembagian Zona Air dalam Tanah.....	10
Gambar 1.3 Siklus Hidrologi .....	11
Gambar 1.4 Konsep Pengukuran Geolistrik .....	14
Gambar 1.5 Diagram Alir Kerangka Pikir .....	23
Gambar 2.1 Gambaran Umum Lokasi Kajian.....	28
Gambar 2.2 Peta Sebaran Titik Pengambilan Sampel .....	33
Gambar 2.3 Metode <i>Three Point Problem</i> .....	40
Gambar 2.4 <i>Flownets</i> Sederhana.....	40
Gambar 2.5 Ilustrasi Pergerakan Airtanah.....	41
Gambar 2.6 Contoh Peta <i>Iso-conductivity</i> .....	42
Gambar 2.7 Variasi Nilai $k$ an $\rho_a$ pada Tiap Konfigurasi Elektroda .....	44
Gambar 2.8 Tampilan <i>Software X2IPI</i> .....	45
Gambar 2.9 Tampilan <i>Software RES2DINV</i> .....	45
Gambar 2.10 Nilai RMSE yang Dihasilkan dari Proses <i>Iterasi</i> .....	46
Gambar 2.11 Penampang <i>Resistivity Pseudosection</i> dengan 2 Model Iterasi yang Berbeda (a) Iterasi 1 (b) Iterasi 5 .....	47
Gambar 2.12 Proses <i>Triming Noise</i> dalam <i>Software RES2DINV</i> .....	48
Gambar 2.13 Penampang <i>Resistivity Pseudosection</i> dengan Airtanah Tercemar .....	50
Gambar 2.14 Diagram Alir Penelitian .....	55
Gambar 3.1 Peta Administrasi Lokasi Kajian.....	57
Gambar 3.2 Curah Hujan Wilayah (Isohyet) Rata-Rata Tahunan (mm/tahun) Berdasarkan Beberapa Stasiun Hujan Di Sekitar Kawasan Penelitian..	58
Gambar 3.3 Grafik Curah Hujan Rerata Bulanan Berdasarkan Beberapa Stasiun Hujan Di Sekitar Kawasan Penelitian.....	59
Gambar 3.4 Kondisi Sungai a) Sungai Winongo dan b) Sungai Bedog .....	60
Gambar 3.5 Kondisi Saluran Irigasi.....	60
Gambar 3.6 a) Cekungan Airtanah (CAT) Sleman-Yogyakarta; b) Kondisi Airtanah Di Lokasi Kajian .....	61
Gambar 3.7 Satuan Bentuklahan Wilayah Kajian.....	63
Gambar 3.8 Satuan Perbukitan Struktural Sentolo (Dusun Mrisi).....	64
Gambar 3.9 Penggunaan Lahan Di Areal Perbukitan Gamping .....	66
Gambar 3.10 Diagram Batang Fasilitas Pendidikan dan Kesehatan Di Desa Tirtonirmolo.....	66
Gambar 4.1 Proses Pengukuran Data TMA .....	69
Gambar 4.2 Variasi Distribusi Barat (B)-Timur (B') Kedalaman Airtanah .....	69
Gambar 4.3 Batuan Breksi Di Bahu Sungai Bedog .....	70
Gambar 4.4 Peta Distribusi Kedalaman Muka Airtanah Berdasarkan Sumur Pengamatan .....	72
Gambar 4.5 Gambar Sebaran Data Bor dan Penampang Melintang Litologi Wilayah Kajian.....	76
Gambar 4.6 Penampang Melintang Hidrogeologi .....	77

Gambar 4.7 Bukit Di Jogonalan Kidul (Kiri) dan Bukit Di Mrisi (Kanan) .....	78
Gambar 4.8 Ilustrasi Aliran Airtanah di Sekitar Aliran Sungai Bedog dan Winongo	79
Gambar 4.9 Peta <i>Flownets</i> .....	81
Gambar 4.10 Peta <i>Iso-conductivity</i> .....	84
Gambar 4.11 Kondisi Saluran Teknis (Kiri) dan Sederhana (Kanan) yang Dialiri Air Limbah dari Industri. ....	86
Gambar 4.12 Saluran Buangan Limbah PG/PS Madukismo .....	87
Gambar 4.13 Akumulasi Limbah pada Titik 3 dan Perbandingan Kondisi Air pada Akumulasi Limbah (Kiri) dan pada Outlet Limbah (Kanan) .....	89
Gambar 4.14 Titik Pertemuan Air Limbah dengan Air Irigasi dari Sungai.....	90
Gambar 4.15 Blotong pada Saluran Irigasi Di Titik 10 .....	90
Gambar 4.16 Skema Sistem Irigasi dan Titik Pengambilan Sampel Irigasi .....	91
Gambar 4.17 Kondisi Airtanah Di Titik 18.2 dan Bekas Tetes Air pada Lantai Sumber : Dokumentasi Pribadi (2015) .....	95
Gambar 4.18 Kondisi Fisik Air Di Titik 30 dan 31 .....	96
Gambar 4.19 Peta Distribusi Pencemaran Airtanah.....	98
Gambar 4.20 Titik Lintasan 2 dan Titik Lintasan 3 .....	99
Gambar 4.21 Peta Titik Pengambilan Sampel Kualitas Air dan Lintasan Geolistrik	102
Gambar 4.22 Gambaran Wilayah Lintasan 1 .....	103
Gambar 4.23 Sebaran Nilai Resistivitas Lintasan 1 .....	104
Gambar 4.24 <i>Measured Apparent Resistivity</i> dan <i>Calculated Apparent Resistivity</i> Lintasan 1 .....	105
Gambar 4.25 Hasil Intepretasi Nilai Resistivitas Lintasan 1 .....	109
Gambar 4.26 Kondisi Wilayah Lintasan 2.....	110
Gambar 4.27 Sebaran Nilai Resistivitas Lintasan 2.....	111
Gambar 4.28 <i>Measured Apparent Resistivity</i> dan <i>Calculated Apparent Resistivity</i> Lintasan 2.....	112
Gambar 4.29 Hasil Intepretasi Nilai Resistivitas Lintasan 2 .....	115
Gambar 4.30 Gambaran Wilayah Lintasan 3.....	116
Gambar 4.31 Sebaran Nilai Resistivitas Lintasan 3.....	117
Gambar 4.32 <i>Measured Apparent Resistivity</i> dan <i>Calculated Apparent Resistivity</i> Lintasan 3.....	118
Gambar 4.33 Hasil Intepretasi Nilai Resistivitas Lintasan 3 .....	121

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Uji Limbah <i>Vinasse</i> Mei 2011 .....	3
Tabel 1.2 Hasil Analisa Lab untuk Limbah <i>Vinasse</i> .....	4
Tabel 1.3 Jenis Limbah Cair Buangan PG/PS Madukismo .....	4
Tabel 1.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang .....	19
Tabel 2.1 Alat Penunjang Penelitian dan Fungsinya .....	24
Tabel 2.2 Faktor Kedalaman Observasi dari <i>Electrical Sounding</i> ze/L (Faktor Kedalaman Observasi Berdasarkan Panjang Maksimum Lintasan).....	36
Tabel 2.3 Rentang Nilai Resisitivitas Beberapa Jenis Batuan, Mineral, dan Tanah ..	49
Tabel 3.1 Luas dan Prosentase Penggunaan Lahan Di Desa Tirtonirmolo .....	65
Tabel 4.1 Tabel Sebaran Sampel DHL Airtanah Wilayah Kajian .....	85
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran DHL dan TDS Saluran Irigasi .....	92
Tabel 4.3 Klasifikasi Pencemaran Berdasarkan Nilai DHL.....	93
Tabel 4.4 Rentang Nilai Resistivitas Pencemaran Airtanah .....	100
Tabel 4.5 Uji Kualitas Airtanah Sekitar Lintasan 1 .....	108
Tabel 4.6 Uji Kualitas Airtanah Sekitar Lintasan 2 .....	114
Tabel 4.7 Uji Kualitas Airtanah Sekitar Lintasan 3 .....	119

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Data Klimatologi .....	132
Lampiran 2. Data Survei Tinggi Muka Airtanah (TMA).....	136
Lampiran 3. Data Survei Daya Hantar Listrik (DHL) .....	138
Lampiran 4. Cheklist Survei Geolistrik Metode ERT.....	140
Lampiran 5. Data Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air .....	141
Lampiran 6. Data Bor.....	142
Lampiran 7. Data Hasil Survei Geolistrik Metode ERT .....	148