

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Rumusan Masalah .....	2
I.3. Maksud dan Tujuan.....	2
I.4. Manfaat Penelitian.....	3
I.5. Lingkup Penelitian .....	3
I.5.1. Lokasi penelitian .....	3
I.5.2. Lingkup pekerjaan .....	5
I.6. Batasan Penelitian .....	5
I.7. Peneliti Terdahulu dan Keaslian Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN REGIONAL.....	9
II.1. Geomorfologi Regional.....	9
II.2. Geologi Regional.....	12
II.2.1. Stratigrafi.....	12
II.2.2. Struktur geologi .....	14
II.3. Hidrogeologi Regional .....	15
II.4. Karakteristik dan Kualitas Air Tanah.....	17
BAB III. LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS .....	19
III.1. Karakteristik Air Tanah.....	19
III.2. Komponen Air Tanah .....	20
III.2.1. Komponen inorganik .....	20
III.2.2. Komponen organik .....	20
III.3. Analisis Komposisi Air Tanah.....	21
III.3.1. Unit konsentrasi.....	22
III.3.2. Penyajian data dan pengelompokan air tanah .....	22

III.4. Geokimia Air Tanah .....	25
III.4.1. Proses geokimia pada air tanah .....	25
III.4.2. Air tanah dan jenis batuan .....	31
III.5. Kontaminasi Air Tanah.....	33
III.5.1. Jenis dan sumber kontaminasi air tanah .....	33
III.5.2. Kerentanan air tanah dan TOC .....	36
III.5.3. Metode regresi logistik .....	38
III.5.4. Standar kualitas air .....	39
III.6. Hipotesis .....	41
 BAB IV. METODE PENELITIAN .....	 42
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian .....	42
IV.2. Tahapan Penelitian .....	43
IV.2.1. Tahap pendahuluan.....	43
IV.2.2. Tahap pengumpulan data.....	44
IV.2.3. Tahap analisis dan interpretasi .....	46
IV.2.4. Tahap akhir.....	51
IV.3. Jadwal Penelitian.....	51
 BAB V. PENGUTARAAN DATA.....	 53
V.1. Kondisi Geologi Daerah Penelitian .....	53
V.1.1. Geomorfologi Daerah Penelitian.....	53
V.1.2. Litologi Daerah Penelitian.....	58
V.2. Kondisi Hidrogeologi Daerah Penelitian .....	66
V.2.1. Kedalaman Muka Air Tanah .....	67
V.2.2. Elevasi Muka Air Tanah dan Pola Aliran Air Tanah .....	73
V.2.3. Sifat Fisika-Kimia Air Tanah Daerah Penelitian .....	76
V.2.4. Data Kimia Air Tanah .....	85
V.2.5. Tata Guna Lahan Daerah Penelitian.....	94
 BAB VI. ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	 98
VI.1. Hidrogeokimia Air Tanah .....	98
VI.1.1. Tipe Kimia Air Tanah berdasarkan Klasifikasi Kurlov ....	98
VI.1.2. Tipe Kimia Air Tanah berdasarkan Analisis <i>Diagram Piper</i> .....	101
VI.1.3. Analisis Diagram <i>Schoeller</i> .....	103
VI.2. Proses – Proses Geokimia Air Tanah .....	105
VI.2.1. Pelapukan Karbonat .....	106
VI.2.2. Pelapukan Silikat.....	109
VI.2.3. Pertukaran Ion dan <i>Chloro-Alkaline Indices</i> .....	111

VI.3. Kerentanan Air Tanah .....	112
VI.3.1. Klasifikasi Tipe Akuifer.....	113
VI.3.2. Klasifikasi Litologi .....	113
VI.3.3. Klasifikasi Kedalaman Muka Air Tanah.....	116
VI.3.4. Peta Kerentanan Air Tanah Intrinsik .....	118
VI.4. Hubungan Kerentanan Air Tanah, Geokimia Air dan Tata Guna Lahan .....	120
VI.4.1. Variabel Model .....	120
VI.4.2. Uji <i>Overall</i> .....	121
VI.4.3. Sumber Kontaminasi pada Air Tanah .....	134
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....	137
VII.1. Kesimpulan .....	137
VII.2. Saran .....	138
DAFTAR PUSTAKA.....	139
LAMPIRAN 1 HASIL ANALISIS PETROGRAFI	
LAMPIRAN 2 DATA PENGAMATAN AIR TANAH	
LAMPIRAN 3 HASIL ANALISIS TOC	
LAMPIRAN 4 DATA BOR	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi penelitian .....	4
Gambar 2.1.	Blok diagram bentang lahan Gunungapi Merapi dan sekitarnya, (Santosa & Adji, 2014 dengan modifikasi) .....	9
Gambar 2.2.	Peta geomorfologi regional Yogyakarta (Husein dan Sriyono, 2010 dengan modifikasi).....	11
Gambar 2.3.	Peta geologi regional Yogyakarta (Rahardjo dkk., 1995 dengan modifikasi) .....	13
Gambar 2.4.	Kenampakan perbukitan struktural patahan Baturagung pada (Citra Landsat ETM+ Komposit 457 Tahun 2002 dalam Santosa & Adji, 2014).....	15
Gambar 2.5.	Peta hidrogeologi regional daerah penelitian (Djaeni, 1982 dengan modifikasi) .....	16
Gambar 3.1.	Diagram Trilinier Piper (Fetter, 2001).....	24
Gambar 3.2.	Klasifikasi hidrokimia air tanah menggunakan diagram piper dan menggunakan klasifikasi Furtak dan Langguth (1967).....	24
Gambar 3.3.	Diagram Schoeller (Freeze and Cherry, 1979) .....	25
Gambar 3.4.	Plot Gibbs kimia air tanah dan proses geokimia (Gibbs, 1970 dalam Subramani dkk., 2010).....	26
Gambar 3.5.	Hubungan Ca, Mg, SO <sub>4</sub> dan alkalinitas pada air tanah (Datta dan Tiyagi, 1996 dalam Subramani dkk., 2010).....	27
Gambar 3.6.	Hubungan Ca dan alkalinitas pada air tanah (Das dan Kaur, 2001 dalam Subramani dkk., 2010).....	28
Gambar 3.7.	Hubungan Ca dan SO <sub>4</sub> pada air tanah (Subramani dkk., 2010) .....	28
Gambar 3.8.	Hubungan Na + K dan kation total pada air tanah (Stallard dan Edmond,1983; Sarin dkk., 1989 dalam Subramani dkk., 2010) .....	29
Gambar 3.9.	Hubungan Ca + Mg dan kation total pada air tanah (Subramani dkk., 2010) .....	30
Gambar 3.10.	<i>Scatter diagram</i> yang menunjukkan proses <i>reverse ion exchange</i> (Subramani dkk., 2010) .....	31
Gambar 3.11.	Kurva regresi logistik (Menard, 2001) .....	38
Gambar 4.1.	Diagram alir metode penelitian.....	52
Gambar 5.1.	Peta geomorfologi daerah penelitian .....	56
Gambar 5.2.	Kolom geomorfologi daerah penelitian .....	57
Gambar 5.3.	Kenampakan satuan morfologi bergelombang sangat lemah pada STA 5 (kamera menghadap ke timur) .....	54

Gambar 5.4.	Kenampakan satuan morfologi bergelombang kuat-perbukitan pada STA 3 (kamera menghadap ke barat).....	54
Gambar 5.5.	Kenampakan satuan morfologi perbukitan pada STA 81 (kamera menghadap ke barat).....	55
Gambar 5.6.	Kenampakan satuan morfologi terbuku kuat - perbukitan pada STA 86 (kamera menghadap ke selatan).....	55
Gambar 5.7.	Peta geologi daerah penelitian .....	64
Gambar 5.8.	Profil geologi daerah penelitian .....	65
Gambar 5.9.	Litologi pada satuan batupasir tufan .....	58
Gambar 5.10.	Kenampakan petrografi <i>tuffaceous sandstone</i> .....	59
Gambar 5.11.	Singkapan breksi vulkanik.....	60
Gambar 5.12.	Kenampakan petrografi fragmen batuan pada satuan breksi vulkanik.....	60
Gambar 5.13.	Singkapan napal.....	61
Gambar 5.14.	Singkapan batugamping.....	61
Gambar 5.15.	Kenampakan petrografi <i>calcareous marl</i> pada satuan napal.....	62
Gambar 5.16.	Kenampakan petrografi <i>grainstone</i> pada satuan napal .....	62
Gambar 5.17.	Satuan pasir-lanauan .....	63
Gambar 5.18.	Kenampakan petrografi andesit .....	63
Gambar 5.19.	Sumur air tanah dangkal di daerah penelitian.....	66
Gambar 5.20.	Mata air di STA 82 .....	66
Gambar 5.21.	Peta lokasi observasi muka air tanah dan pengukuran sifat fisika-kimia air tanah .....	68
Gambar 5.22.	Pengambilan sampel air tanah untuk analisis. ....	67
Gambar 5.23.	Peta lokasi pengambilan sampel air tanah .....	69
Gambar 5.24.	Peta kedalaman muka air tanah .....	74
Gambar 5.25.	Sumur gali di satuan napal.....	70
Gambar 5.26.	Sumur gali di satuan pasir-lanauan.....	70
Gambar 5.27.	Sumur gali di satuan batupasir tufan.....	71
Gambar 5.28.	Sumur gali di satuan breksi vulkanik.....	71
Gambar 5.29.	Boxplot data kedalaman muka air tanah terhadap satuan batuan.....	72
Gambar 5.30.	Peta elevasi dan pola aliran air tanah.....	75
Gambar 5.31.	Boxplot data temperatur air tanah terhadap satuan batuan ..	77
Gambar 5.32.	Peta sebaran temperatur air tanah .....	78
Gambar 5.33.	Boxplot data pH air tanah terhadap satuan batuan .....	80
Gambar 5.34.	Peta sebaran nilai pH air tanah .....	81
Gambar 5.35.	Lokasi pengamatan pada satuan breksi vulkanik.....	80
Gambar 5.36.	Boxplot data DHL air tanah terhadap satuan batuan .....	82
Gambar 5.37.	Peta sebaran nilai daya hantar listrik air tanah .....	83

Gambar 5.38.	Boxplot data TDS air tanah terhadap satuan batuan.....	84
Gambar 5.39.	Peta sebaran nilai TDS air tanah.....	86
Gambar 5.40.	<i>Boxplot</i> data kandungan logam air tanah terhadap satuan batuan.....	88
Gambar 5.41.	Peta arah aliran air tanah beserta profil A-B.....	90
Gambar 5.42.	Sketsa konseptual model karakteristik geokimia air berdasarkan konsentrasi logam.....	91
Gambar 5.43	Peta sebaran nilai TOC air tanah .....	95
Gambar 5.44.	Peta tata guna lahan daerah penelitian.....	96
Gambar 6.1.	Analisis tipe air tanah dengan diagram <i>Trilinier Piper</i> .....	102
Gambar 6.2.	Diagram <i>Schoeller</i> sampel air tanah di daerah penelitian....	103
Gambar 6.3	Diagram <i>Schoeller</i> sampel air tanah daerah penelitian berdasarkan satuan geologi.....	104
Gambar 6.4	Diagram <i>Schoeller</i> rata-rata .....	105
Gambar 6.5	Plot <i>Gibbs</i> sampel air tanah yang menunjukkan proses geokimia dominan di daerah penelitian .....	106
Gambar 6.6.	Diagram pencar yang menunjukkan hubungan antara Ca, Mg, SO <sub>4</sub> dan HCO <sub>3</sub> pada sampel air tanah.....	107
Gambar 6.7.	Hubungan antara total kation (TZ+) dan Ca + Mg di daerah penelitian .....	110
Gambar 6.8.	Chloro-alkaline indices 1 and 2 (CAI 1 and CAI 2) yang menunjukkan proses pertukaran ion .....	112
Gambar 6.9.	Peta skor akuifer daerah penelitian.....	114
Gambar 6.10.	Peta skor litologi daerah penelitian.....	115
Gambar 6.11.	Peta skor kedalaman air tanah daerah penelitian .....	117
Gambar 6.12.	Peta kerentanan air tanah intrinsik daerah penelitian .....	119
Gambar 6.13.	Diagram perbandingan Nitrat : Klorida untuk perkiraan sumber Nitrat di daerah penelitian.....	135

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Uraian Karakteristik klasifikasi bentangalam daerah penelitian (Husein & Srijono, 2010 dengan modifikasi) .....	12
Tabel 2.2.	Tipe hidrokimia air tanah di wilayah kajian (Santosa & Adji, 2014; Rohman, 2019) .....	18
Tabel 3.1.	Konstituen terlarut dalam air tanah yang diklasifikasikan menurut kelimpahan relatif (Davis dan DeWiest, 1966 dengan modifikasi) .....	21
Tabel 3.2.	<i>Trace elements</i> pada mineral umum pembentuk batuan (Mitchell, 1964) .....	36
Tabel 3.3.	Parameter GOD beserta pembagian kelas dan nilainya (Foster, 1987) .....	37
Tabel 3.4.	Indeks kerentanan air tanah .....	38
Tabel 3.5.	Standar kualitas air menurut PP no 22 tahun 2021 .....	40
Tabel 4.1.	Tahapan pelaksanaan penelitian .....	51
Tabel 5.1.	Hasil pengukuran sifat fisika-kimia air tanah .....	76
Tabel 5.2.	Rangkuman hasil analisis ion mayor, ion minor, dan ion logam di daerah penelitian .....	89
Tabel 5.3.	Konversi data geokimia air tanah dan perhitungan CBE .....	92
Tabel 5.4.	Rekapitulasi data TOC, TNb, TIC, dan TC .....	93
Tabel 6.1.	Tipe air tanah berdasarkan klasifikasi Kurlov .....	98
Tabel 6.2.	Rekapitulasi perbandingan molar Kalsium dan Magnesium	108
Tabel 6.3.	Nilai PCA beberapa ion utama menggunakan <i>SPSS software</i> .....	109
Tabel 6.4.	Nilai Chloro-Alkaline Indices sampel air tanah di daerah penelitian .....	111
Tabel 6.5.	Nilai parameter GOD daerah penelitian mengacu Foster (1987) .....	118
Tabel 6.6.	Penilaian kelas variabel bebas .....	121
Tabel 6.7.	Hasil uji <i>Omnibus</i> dengan variabel terikat Nitrat .....	122
Tabel 6.8.	Hasil uji <i>Hosmer-Lemeshow</i> dengan variabel terikat Nitrat .....	122
Tabel 6.9.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 0</i> dengan variabel terikat Nitrat .....	122
Tabel 6.10.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 1</i> dengan variabel terikat Nitrat .....	123
Tabel 6.11.	Nilai <i>Pseudo-R<sup>2</sup></i> pada model dengan variabel terikat Nitrat	123
Tabel 6.12.	Nilai kesesuaian prediksi pada model dengan variabel terikat Nitrat .....	123

Tabel 6.13.	Nilai signifikansi (Sig.) masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat konsentrasi Nitrat .....	124
Tabel 6.14.	Hasil uji <i>Omnibus</i> dengan variabel terikat TOC.....	124
Tabel 6.15.	Hasil uji <i>Hosmer-Lemeshow</i> dengan variabel terikat TOC .	125
Tabel 6.16.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 0</i> dengan variabel terikat TOC .....	125
Tabel 6.17.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 1</i> dengan variable terikat TOC .....	125
Tabel 6.18.	Nilai <i>Pseudo-R<sup>2</sup></i> pada model dengan variabel terikat TOC .	126
Tabel 6.19.	Nilai kesesuaian prediksi pada model dengan variabel terikat TOC .....	126
Tabel 6.20.	Nilai signifikansi (Sig.) masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat konsentrasi TOC.....	126
Tabel 6.21.	Hasil uji <i>Omnibus</i> dengan variabel terikat Besi.....	127
Tabel 6.22.	Hasil uji <i>Hosmer-Lemeshow</i> dengan variabel terikat Besi ..	127
Tabel 6.23.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 0</i> dengan variabel terikat Besi .....	127
Tabel 6.24.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 1</i> dengan variabel terikat Besi .....	128
Tabel 6.25.	Nilai <i>Pseudo-R<sup>2</sup></i> pada model dengan variabel terikat Besi ..	128
Tabel 6.26.	Nilai kesesuaian prediksi pada model dengan variabel terikat Besi .....	128
Tabel 6.27.	Nilai signifikansi (Sig.) masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat konsentrasi Besi .....	129
Tabel 6.28.	Hasil uji <i>Omnibus</i> dengan variabel terikat Mangan.....	129
Tabel 6.29.	Hasil uji <i>Hosmer-Lemeshow</i> dengan variabel terikat Mangan .....	130
Tabel 6.30.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 0</i> dengan variabel terikat Mangan .....	130
Tabel 6.31.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 1</i> dengan variable terikat Mangan .....	130
Tabel 6.32.	Nilai <i>Pseudo-R<sup>2</sup></i> pada model dengan variabel terikat Mangan .....	131
Tabel 6.33.	Nilai kesesuaian prediksi pada model dengan variabel terikat Mangan .....	131
Tabel 6.34.	Nilai signifikansi (Sig.) masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat konsentrasi Mangan .....	132
Tabel 6.35.	Hasil uji <i>Omnibus</i> dengan variabel terikat Tembaga.....	132
Tabel 6.36.	Hasil uji <i>Hosmer-Lemeshow</i> dengan variabel terikat Tembaga.....	132

Tabel 6.37.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 0</i> dengan variabel terikat Tembaga .....	133
Tabel 6.38.	Hasil uji <i>Maximum Log Likelihood block 1</i> dengan variable terikat Tembaga .....	133
Tabel 6.39.	Nilai <i>Pseudo-R<sup>2</sup></i> pada model dengan variabel terikat Tembaga.....	133
Tabel 6.40.	Nilai kesesuaian prediksi pada model dengan variabel terikat Tembaga .....	134
Tabel 6.41.	Nilai signifikansi (Sig.) masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat konsentrasi Tembaga.....	134