



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
SARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
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    Lokasi Penelitian.....	3
I.6    Batasan Penelitian.....	3
I.7    Peneliti Terdahulu dan Keaslian Penelitian.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	7
II.1    Geologi Regional.....	7
II.1.1.    Fisiografi Regional.....	7
II.1.2.    Stratigrafi Regional.....	7
II.2    Hidrogeologi Regional.....	11
II.3    Karakteristik Air Tanah.....	14
II.4    Geokimia Air Tanah.....	16
II.4.1    Analisis Geokimia Air Tanah.....	18
II.4.2    Pengaruh Batuan terhadap Kualitas Air Tanah.....	25
II.5    Kajian Hidrologi.....	27
II.6    Hidrogeologi Mata Air.....	28
II.6.1.    Pembentukan dan Klasifikasi Mata Air.....	29
II.6.2.    Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Kontinuitas Air Tanah.....	29
II.6.3.    Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Debit Air Tanah.....	30
II.6.4.    Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Suhu Air Tanah.....	31
II.6.5.    Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Jenis Akuifer Air Tanah.....	31
II.6.6.    Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Tekanan Hidraulik Air Tanah.....	32
II.6.7.    Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Sifat Fisik Batuan Pada Akuifer.....	33
II.7    Kerusakan Mata Air.....	35
II.7.1    Kriteria Kerusakan Mata Air.....	35
II.7.2    Penilaian Kerusakan Mata Air.....	39
II.8    Zona Perlindungan Mata Air.....	41



II.8.1	Daerah Imbuhan Air Tanah Bagi Mata Air .....	41
II.8.2	Konsep Deliniasi Zonasi Perlindungan Mata Air .....	42
II.8.3	Penentuan Zonasi Kawasan Perlindungan Mata Air .....	43
II.8.4	Metode Penentuan Zonasi Kawasan Perlindungan Air Tanah .....	44
II.8.5	Metode Pemetaan Hidrogeologi .....	46
II.8.6	Metode Manual dan Solusi Analitis.....	46
II.9	Implementasi Model Perlindungan Mata Air.....	53
II.10	Hipotesis.....	62
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>64</b>
III.1	Alat dan Bahan Penelitian .....	64
III.2	Tahapan Penelitian .....	66
III.2.1	Tahap Persiapan .....	66
III.2.2	Tahap Pengambilan Data.....	66
III.2.3	Tahap Analisis dan Evaluasi.....	68
III.2.4	Tahap Akhir .....	73
III.3	Hambatan Penelitian.....	75
<b>BAB IV PENGUTARAAN DATA.....</b>		<b>76</b>
IV.1	Geologi Daerah Penelitian .....	76
IV.1.1	Geomorfologi Daerah Penelitian .....	76
IV.1.2	Litologi Daerah Penelitian.....	81
IV.1.3	Struktur Geologi.....	86
IV.2	Kondisi Hidrogeologi Daerah Penelitian .....	88
IV.2.1	Kemunculan Air Tanah .....	88
IV.2.2	Pola Aliran Air Tanah .....	93
IV.3	Karakteristik Air Tanah Daerah Penelitian .....	93
IV.3.1	Hidroklimatologi Daerah Penelitian .....	98
IV.3.2	Pengukuran Debit Mata Air.....	100
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>105</b>
V.1	Genesa Dan Karakteristik Mata Air Mrutu .....	105
V.1.1	Geokimia Air Tanah Daerah Penelitian .....	105
V.1.2	Hidrogeologi dan Pembentukan Mata Air Mrutu .....	111
V.2	Kerusakan Mata Air .....	114
V.2.1	Identifikasi Sumber Pencemar Kualitas Air.....	115
V.2.2	Selisih Debit Mata Air Mrutu .....	117
V.2.3	Tutupan Lahan Di sekitar Mata Air .....	117
V.2.4	Kriteria Kerusakan Mata Air .....	117
V.2.5	Penilaian Kerusakan Mata Air.....	119
V.3	Zona Perlindungan Mata Air Mrutu .....	121
V.3.1	Imbuhan Mata Air Mrutu .....	122



V.3.2	Penentuan Zona Perlindungan Dengan Metode Hidrogeologi .....	123
V.3.3	Penentuan Zona Perlindungan Dengan Metode Manual .....	124
V.3.4	Penentuan Zona Perlindungan Dengan Metode Solusi Analitis.....	126
V.3.5	Penentuan Zona Perlindungan Dengan Metode Kombinasi.....	128
V.3.6	Perlindungan Mata Air Mrutu .....	130
VI.1	Kesimpulan .....	134
VI.2	Rekomendasi .....	135
DAFTAR PUSTAKA .....		139
LAMPIRAN.....		142
LAMPIRAN 1 : TITIK OBSERVASI AIR TANAH .....		143
LAMPIRAN 2 : DATA PENGUKURAN STRUKTUR KEKAR.....		149
LAMPIRAN 3 : HASIL ANALISIS SAMPEL KIMIA AIR TANAH.....		153
LAMPIRAN 4 : PERHITUNGAN <i>RECHARGE</i> DAERAH PENELITIAN.....		156
LAMPIRAN 5 : PERHITUNGAN ZONA PERLINDUNGAN .....		166
LAMPIRAN 6 : HASIL ANALISI BAKTERI <i>FECAL COLIFORM</i> AIR TANAH .....		168



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b>	Peta Lokasi Penelitian.....	4
<b>Gambar 2.1.</b>	Sketsa Fisiografi Jawa dan Madura, (Sumber peta Van Bemmelen, 1949 dengan modifikasi).....	8
<b>Gambar 2.2.</b>	Peta Geologi Daerah Penelitian Mata Air Mrutu dan sekitarnya, berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Lumajang dan Probolinggo (Suwarti dkk., 1992 dengan modifikasi). ....	9
<b>Gambar 2.3.</b>	Peta Hidrogeologi Daerah Penelitian Mata Air Mrutu dan sekitarnya, berdasarkan Peta Hidrogeologi Lembar Kediri (Poespowardoyo dkk., 1981 dengan modifikasi).....	12
<b>Gambar 2.4.</b>	Model konseptual terjadinya air asin di Bayat, naiknya aliran air payau dalam melalui zona sesar Trembono (a). terperangkapnya air tanah tua akibat sistem air tanah tertutup. (b) naiknya aliran air payau melalui rekahan pada puncak antiklin Karangasem yang tertimbun (c), (Putra, 2020).....	18
<b>Gambar 2.5.</b>	Diagram Trilinier Piper (Fetter, 2001). ....	20
<b>Gambar 2.6.</b>	Klasifikasi hidrokimia air tanah menggunakan diagram piper menggunakan klasifikasi Furtak dan Langguth (1967).....	21
<b>Gambar 2.7.</b>	Diagram komposisi satu klaster (Mazor, 2003). ....	22
<b>Gambar 2.8.</b>	Diagram komposisi lebih dari satu klaster (Mazor, 2003). ....	23
<b>Gambar 2.9.</b>	Diagram komposisi dengan pola garis (Mazor, 2003). ....	23
<b>Gambar 2.10.</b>	Diagram komposisi dengan pola segitiga (Mazor, 2003). ....	24
<b>Gambar 2.11.</b>	Diagram Fingerprint (Mazor, 2003).....	25
<b>Gambar 2.12.</b>	Beberapa tipe dari barrier springs (Kresic & Stevanovic, 2010).....	33
<b>Gambar 2.13.</b>	Klasifikasi mata air berdasarkan genesa (Fetter, 2001) .....	34
<b>Gambar 2.14.</b>	Rasio antara nitrat dengan ion klorida yang menunjukkan pengaruh permukaan terhadap air tanah (Putra, 2007). ....	37
<b>Gambar 2.15.</b>	Zona Perlindungan Mata Air, (Foster et al., 2002). ....	42
<b>Gambar 2.16.</b>	Zona Perlindungan Mata Air, (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	43
<b>Gambar 2.17.</b>	Zona terpengaruh dan zona tangkapan air tanah (Carey et al., 2009).....	47
<b>Gambar 2.18.</b>	Penentuan zona perlindungan air tanah dengan metode manual (Carey et al., 2009). ....	48
<b>Gambar 2.19.</b>	Zona perlindungan dengan metode solusi analitis (Carey et al., 2009).....	50
<b>Gambar 2.20.</b>	Hubungan antara luasan daerah imbuhan mata air, debit mata air dan imbuhan Air Tanah rata-rata tahunan (Todd, 1980 dalam Hendrayana & Putra, 2008).....	53
<b>Gambar 2.21.</b>	Jenis pohon yang tumbuh pada ketinggian tertentu di batuan vulkanik (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	56
<b>Gambar 2.22.</b>	Pola Agroforestry pada batuan vulkanik di Lahan Negara (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	56
<b>Gambar 2.23.</b>	Pola Agroforestry pada batuan vulkanik di Lahan Milik (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	57



<b>Gambar 2.24.</b> Jenis pohon yang tumbuh pada ketinggian tertentu di batuan gamping (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	57
<b>Gambar 2.25.</b> Pola Agroforestry pada batuan kapur di Lahan Negara (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020). ....	58
<b>Gambar 2.26.</b> Pola Agroforestry pada batuan kapur di Lahan Milik (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020). ....	58
<b>Gambar 3.1.</b> Grafik hubungan presipitasi, curve number, dan run off (Hudson, 1993).....	71
<b>Gambar 3.2.</b> Diagram alir metode penelitian .....	74
<b>Gambar 4.1.</b> Peta Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian .....	77
<b>Gambar 4.2.</b> Kolom Geomorfologi Daerah Penelitian.....	78
<b>Gambar 4.3.</b> Satuan Pegunungan Sangat Curam STA 15.....	79
<b>Gambar 4.4.</b> Satuan Berbukit Terjal STA 13.....	79
<b>Gambar 4.5.</b> Satuan Berbukit Bergelombang STA 7 (A) dan STA 11 (B).....	80
<b>Gambar 4.6.</b> Satuan Bergelombang Landai STA 6 (A) dan STA 22 (B).....	81
<b>Gambar 4.7.</b> Peta Pengamatan Litologi Daerah Penelitian Mata Air Mrutu dan Sekitarnya. ....	82
<b>Gambar 4.8.</b> Profil sayatan geologi daerah penelitian .....	83
<b>Gambar 4.9.</b> Lava andesit (A) memiliki tekstur aliran (B) pada STA 5, berperan sebagai mata air dikarenakan adanya rekahan pada MA 12 (C), pada MA Mrutu (D).....	83
<b>Gambar 4.10.</b> Breksi piroklastik dengan fragmen andesit, berperan sebagai mata air karena adanya rekahan pada MA 20 (A), breksi piroklastik dengan satuan lava andesit diatasnya dan berperan sebagai mata air karena adanya rekahan pada MA 26 (B).....	84
<b>Gambar 4.11.</b> Tuf dengan komposisi ash-lapili dan struktur perlapisan pada STA 4 (A), satuan tuff memiliki komposisi lapilli dengan fargmen litik pada STA 3 (B), berperan sebagai mata air rembesan pada MA 9 (C). ....	85
<b>Gambar 4.12.</b> Satuan aglomerat memiliki fragmen andesit dan matriks berupa tuf pada STA 17. ....	86
<b>Gambar 4.13.</b> Satuan endapan aluvium pada STA 15 (A), memiliki tipe normal graded bedding pada STA 16 (B). ....	86
<b>Gambar 4.14.</b> Kenampakan Struktur Kekar Gerus di sekitar MA 26 .....	87
<b>Gambar 4.15.</b> Analisis kekar gerus dengan menggunakan diagram <i>Rossette</i> .....	87
<b>Gambar 4.16.</b> Peta Titik Pengamatan Air Tanah Daerah Penelitian Mata Air Mrutu dan Sekitarnya. ....	89
<b>Gambar 4.17.</b> Mata air rekahan pada litologi breksi piroklastik MA 26 (A), pada litologi tuf MA 5 (B), dan pada litologi lava andesit MA Mrutu (C), MA 19 (D).....	90
<b>Gambar 4.18.</b> Mata air rembesan MA 9 yang ditemukan pada litologi tuf. ....	91
<b>Gambar 4.19.</b> Mata air depresi yang terbentuk akibat longsor MA 6 (A), MA 17 (B) dan MA 22 (C).....	91
<b>Gambar 4.20.</b> Mata air bebas MA 11 yang terletak pada endapan aluvium. ....	92
<b>Gambar 4.21.</b> Peta Pola Aliran Air Tanah Daerah Penelitian.....	94
<b>Gambar 4.22.</b> Peta Interpolasi Nilai Daya Hantar Listrik Daerah Penelitian .....	96
<b>Gambar 4.23.</b> Peta Interpolasi Nilai Total Dissolved Solid Daerah Penelitian.....	97



<b>Gambar 4.24.</b>	Grafik Curah Hujan Daerah Penelitian Tahun 2011-2020.....	98
<b>Gambar 4.25.</b>	Grafik Suhu Daerah Penelitian Tahun 2011-2020 .....	99
<b>Gambar 4.26.</b>	Pengukuran Debit Mata Air Mrutu .....	101
<b>Gambar 5.1.</b>	Diagram Trilinier Piper daerah penelitian.....	106
<b>Gambar 5.2.</b>	Diagram komposisi mata air daerah penelitian. ....	108
<b>Gambar 5.3.</b>	Diagram komposisi mata air daerah penelitian .....	110
<b>Gambar 5.4.</b>	Diagram komposisi seluruh mata air daerah penelitian. ....	110
<b>Gambar 5.5.</b>	Rekahan keluarnya air tanah pada bagian bawah (A, simbol persegi panjang hijau tosca), rekahan keluarnya air tanah pada permukaan (B dan C, simbol persegi panjang merah maron) Mata Air Mrutu bagian tengah (D), bagian kiri/selatan (E), bagian utara (F). ....	112
<b>Gambar 5.6.</b>	Model Konseptual Mata Air Mrutu.....	114
<b>Gambar 5.7.</b>	Grafik Perbandingan konsentrasi nitrat:klorida pada air tanah daerah penelitian. ....	116
<b>Gambar 5.8.</b>	Peta Tata Guna Lahan Mata Air Mrutu dan Sekitarnya.....	118
<b>Gambar 5.9.</b>	Nomogram daerah imbuhan air tanah pada mata air Mrutu.....	123
<b>Gambar 5.10.</b>	Peta Zona Perlindungan Imbuhan Mata Air Mrutu Metode Hidrogeologi.....	125
<b>Gambar 5.11.</b>	Peta Zona Perlindungan Mata Air Mrutu Metode Manual .....	127
<b>Gambar 5.12.</b>	Peta Zona Perlindungan Mata Air Mrutu Metode Solusi Analitis. ....	129
<b>Gambar 5.13.</b>	Peta Zona Perlindungan Mata Air Mrutu Metode Kombinasi. ....	131
<b>Gambar 5.14.</b>	Pencemaran melalui parit dan sungai yang mengalir menuju mata air Mrutu.....	133



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b>	Penelitian terdahulu terkait zonasi perlindungan mata air dan daerah penelitian .....	5
<b>Tabel 2.1.</b>	Litologi yang mempengaruhi komposisi air tanah (Mazor, 2003).....	26
<b>Tabel 2.2.</b>	Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Debit Air Tanah (Meinzer, 1923 dalam Kresic & Stevanovic, 2010) .....	30
<b>Tabel 2.3.</b>	Waktu Kemampuan Bertahan Hidup Pathogen yang Dieksresikan Dalam Tinja Pada Tanah, Akuifer dan Lumpur Pada Suhu 20°C-30°C (Feachem, 1983). ....	38
<b>Tabel 2.4.</b>	Tabel Kriteria Kerusakan Mata Air (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	39
<b>Tabel 2.5.</b>	Penilaian Kerusakan Mata Air (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	40
<b>Tabel 2.6.</b>	Hasil penilaian kerusakan mata air (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020).....	41
<b>Tabel 2.7.</b>	Klasifikasi metode penentuan wilayah tangkapan air tanah dengan parameter, kelebihan dan kekurangannya (Carey et al., 2009).....	45
<b>Tabel 2.8.</b>	Rentang nilai porositas total dan porositas efektif (Woessner & Poeter, 2020). ....	49
<b>Tabel 2.9.</b>	Nilai Konduktivitas Hidraulik Material Belum Terkonsolidasi dan Batuan (Domenico & Schwartz, 1990) .....	52
<b>Tabel 2.10.</b>	Zona RLH Perlindungan Mata Air Pada Zona I,II, dan III (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2020). ....	55
<b>Tabel 4.1.</b>	Pengukuran Luas Area Mata Air Mrutu pada 1 Februari 2021.....	100
<b>Tabel 4.2.</b>	Pengukuran Kecepatan Aliran Mata Air Mrutu pada 1 Februari 2021 .....	101
<b>Tabel 4.3.</b>	Pengukuran Luas Area Mata Air Mrutu pada 2 Maret 2021.....	102
<b>Tabel 4.4.</b>	Pengukuran Kecepatan Aliran Mata Air Mrutu pada 2 Maret 2021 .....	102
<b>Tabel 4.5.</b>	Pengukuran Luas Area Mata Air Mrutu pada 3 April 2021.....	103
<b>Tabel 4.6.</b>	Pengukuran Kecepatan Aliran Mata Air Mrutu pada 3 April 2021 .....	103
<b>Tabel 4.7.</b>	Perhitungan Debit Mata Air Mrutu .....	104
<b>Tabel 5.1.</b>	Karakteristik dan Hasil Klasifikasi Mata Air Mrutu .....	114
<b>Tabel 5.2.</b>	Raiso Konsentrasi Nitrat dan Klorida .....	115
<b>Tabel 5.3.</b>	Bakteri Fecal Coliform yang terdapat pada sampel air tanah di sekitar mata air Mrutu .....	117
<b>Tabel 5.4.</b>	Kriteria Kerusakan Mata Air Mrutu.....	119
<b>Tabel 5.5.</b>	Penilaian Kerusakan Mata Air Mrutu. ....	120
<b>Tabel 5.6.</b>	Nilai Kerusakan Mata Air Mrutu .....	121
<b>Tabel 5.7.</b>	Klasifikasi Nilai Kerusakan Mata Air Mrutu dan Penanganan.....	121
<b>Tabel 5.8.</b>	Rata-rata imbuhan tahunan daerah penelitian. ....	122
<b>Tabel 5.9.</b>	Tabel pertimbangan penggunaan metode zona perlindungan mata air Mrutu.....	132