

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
Daftar Lampiran	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Lokasi Penelitian	5
1.6 Batasan Penelitian	7
1.7 Keaslian Penelitian	7
BAB II	10
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	10
2.1 Tinjauan Pustaka	10
2.1.1 Fisiografi Regional	10
2.1.2 Geomorfologi Regional	11
2.1.3 Geologi Regional	12
2.1.4 Cekungan Air Tanah	14
2.1.5 Daerah Aliran Sungai	15
2.1.6 Hidrogeologi Regional	16
2.1.7 Kawasan Mata Air Cokro	17
2.1.8 Curah Hujan	18
2.1.9 Tata Guna Lahan	19
2.2 Landasan Teori	20
2.2.1 Mata Air	20
2.2.2 Zona potensi resapan	22
2.2.3 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)	22
2.2.4 Interaksi Hidrologi-Hidrogeologi	24
2.2.5 Air Tanah	26
2.2.6 Perubahan Simpanan Air Tanah (ΔS)	32

2.2.7	Pemanfaatan Air Tanah	34
2.2.8	Perangkat Lunak SWAT+GWFGwf.....	34
2.2.9	Validasi SWAT+GWFGwf.....	38
2.2.10	Konsep Restorasi Daerah Tangkapan Mata Air.....	39
2.2.11	Hipotesis.....	40
BAB III.....		41
METODOLOGI PENELITIAN		41
3.1	Metodologi Pengambilan Data Penelitian.....	41
3.2	Tahapan Penelitian	43
3.2.1	Tahap Persiapan.....	44
3.2.2	Tahap Pengumpulan Data.....	44
3.2.1	Tahap Analisa dan Evaluasi.....	48
3.2.2	Tahap Pelaporan	56
3.3	Diagram Alur Penelitian.....	56
BAB IV		58
PENGUTARAAN DATA		58
4.1	Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	58
4.1.1	Kondisi Geologi Permukaan	58
4.1.2	Kondisi Geologi Bawah Permukaan	61
4.2	Kondisi Hidrogeologi Daerah Penelitian	66
4.2.1	Hidrostratigrafi.....	66
4.2.2	Pola aliran Air Tanah	68
4.2.3	Sifat Fisika Kimia Air Tanah.....	69
4.2.4	Ketebalan Akuifer	72
4.2.5	Karakteristik Akuifer	73
4.3	Kondisi Hidrologi Dan Tata Guna Lahan Daerah Penelitian	74
4.3.1	Geomorfologi.....	74
4.3.2	Kondisi Iklim	76
4.3.3	Kondisi Penggunaan Lahan.....	78
4.3.4	Kondisi Permeabilitas Tanah	79
4.3.5	Kerapatan Saluran	80
4.4	Data Jumlah Penduduk Daerah Penelitian	80
BAB V.....		82
ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		82
5.1	Delineasi Daerah Tangkapan Air Kawasan Mata Air Cokro.....	82
5.2	Penentuan Zona Potensi Resapan Air Tanah.....	84
5.2.1	Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	84



5.2.2	Hasil Zonasi Potensi Resapan Air Tanah.....	102
5.3	Interaksi Aliran Permukaan dan Air Tanah.....	104
5.3.1	Kondisi Aktual Keseimbangan Air.....	107
5.3.2	Perubahan Simpanan Air Tanah (ΔS).....	115
5.4	Model Restorasi.....	121
5.4.1	Penentuan Restorasi DTA Kawasan Mata Air Cokro.....	121
5.4.2	Hasil Model Restorasi DTA Kawasan Mata Air Cokro.....	124
5.5	Keseimbangan air Model Restorasi.....	129
5.7.1	Keseimbangan Air Model Restorasi.....	129
5.7.2	Perubahan Simpanan Air Model Restorasi.....	132
BAB V	136
KESIMPULAN DAN SARAN	136
5.1	Kesimpulan.....	136
5.2	Saran.....	138
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN	143



Daftar Lampiran

Lampiran 1. 1 Observasi Geologi	143
Lampiran 1. 2 Observasi Muka Air Tanah.....	148
Lampiran 1. 3 Hasil uji Laboratorium Tanah.....	149
Lampiran 1. 4 Data Pengukuran Geolistrik 1D.....	150
Lampiran 1. 5 Data Geolistrik 2D (Departemen Teknik Geologi UGM).....	151
Lampiran 1. 6 Data Borlog.....	152
Lampiran 1. 7 Hasil Analisis SWAT+ (LSUID).....	153
Lampiran 1. 8 Kalibrasi Hasil Simulasi dengan Debit Sungai.....	156
Lampiran 1. 9 Dokumentasi.....	158
Lampiran 1. 10 Pengukuran Geolistrik	160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembagian fisografi pulau jawa (Van Bemmelen, 1994)	10
Gambar 2. 2 Peta geomorfologi regional daerah penelitian (Suharjo et al., 2008).....	12
Gambar 2. 3 Peta Geologi Gunungapi Merapi (Wirakusumah AD, Juwana H, 1989).....	13
Gambar 2. 4 Kolom stratigrafi daerah penelitian (Wirakusumah AD, Juwana H, 1989)..	14
Gambar 2. 5 Peta Cekungan Air Tanah Karanganyar-Boyolali (Permen ESDM No.2, 2017)	14
Gambar 2. 6 Peta Daerah Aliran Sungai	15
Gambar 2. 7 Peta hidrogeologi Regional (Djaeni, 1992).....	17
Gambar 2. 8 Modifikasi tipe akuifer pada kawasan mata air Cokro (A) akuifer tertekan, (B) akuifer bebas, (C) akuifer campuran bebas dan tertekan (Selles, 2014).....	18
Gambar 2. 9 Hujan Harian Maksimum Periode 2008 – 2018 (Pudyastuti & Musthofa, 2020)	19
Gambar 2. 10 Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Klaten (DPUPR Kab.Klaten, 2023)....	20
Gambar 2. 11 Skema siklus hidrologi (Asdak, 2002)	25
Gambar 2. 12 Skema Zona Jenuh dan Tidak Jenuh pada Sistem Air Tanah (www.rcamnl.wr.usgs.gov/uzf/unsatflow.html).....	27
Gambar 2. 13 Penentuan kontur dan arah aliran air tanah (Todd & Mays, 2005).....	30
Gambar 2. 14 Jejaring aliran air tanah (Todd dan Mays, 2005)	30
Gambar 2. 15 Diagram Keseimbangan air (Alley et al., 1999).....	33
Gambar 2. 16 Skema fluks hidrologi pada sistem akuifer (Arnold et al., 1998)	37
Gambar 2. 17 Skema keseimbangan air menggunakan SWAT +	37
Gambar 3. 1 Titik pengamatan Muka Air Tanah	44
Gambar 3. 2 Titik pengamatan geologi	45
Gambar 3. 3 Titik pengambilan sampel tanah	46
Gambar 3. 4 Titik Pengukuran geolistrik	47
Gambar 3. 5 Alur Pikir Penelitian.....	56
Gambar 3. 6 Diagram alur penelitian.....	57
Gambar 4. 1 Titik pengamatan geologi permukaan pada daerah penelitian	58
Gambar 4. 2 Kenampakan singkapan satuan litologi pasir krikilan terkompaksi	59
Gambar 4. 3 Kenampakan singkapan Satuan litologi pasir bongkahan.....	59
Gambar 4. 4 Kenampakan Satuan litologi pasir halus terkompaksi	60
Gambar 4. 5 Peta Geologi Permukaan pada daerah penelitian	60
Gambar 4. 6 Hasil interpretasi pengukuran geolistrik pada titik GL-02 dan GL-4	61
Gambar 4. 7 Data Borehole PWS 295 (BBWS Bengawan Solo, 2017)	63
Gambar 4. 8 Peta sebaran titik geolistrik dan borhole pada daerah penelitian	64
Gambar 4. 9 Diagram Pagar , Model 3 Dimensi dan Potongan A-A' dan potongan C- C'litologi bawah permukaan hasil interpretasi geolistrik.	65
Gambar 4. 10 Profil hidrostratigrafi Potongan A-A' dan Potongan B-B' dari hasil interpretasi litologi menggunakan geolistrik.....	67
Gambar 4. 11 Pola aliran air tanah pada daerah penelitian.....	68
Gambar 4. 12 Perbandingan elevasi muka air tanah Februari 2012 dan Maret 2025	69
Gambar 4. 13 Peta sebaran nilai total padatan terlarut (TDS) pada daerah penelitian	70
Gambar 4. 14 Peta sebaran nila daya hantar listrik (DHL) pada daerah penelitian	71
Gambar 4. 15 Peta sebaran nilai pH pada daerah penelitian.....	72
Gambar 4. 16 Peta sebaran ketebalan akuifer daerah penelitian.....	73
Gambar 4. 17 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.....	75
Gambar 4. 18 Peta Kemiringan Lereng pada daerah penelitian.....	76
Gambar 4. 19 Peta sebaran curah hujan daerah penelitian.....	77



Gambar 4. 20 Peta penggunaan lahan pada daerah penelitian	78
Gambar 4. 21 Peta permeabilitas tanah daerah penelitian	79
Gambar 4. 22 Peta Kerapatan Saluran pada daerah penelitian	80
Gambar 5. 1 Peta Delineasi daerah tangkapan air kawasan mata air Cokro.....	83
Gambar 5. 2 Peta pembobotan parameter litologi.....	89
Gambar 5. 3 Peta pembobotan parameter curah hujan	90
Gambar 5. 4 Peta pembobotan parameter penggunaan lahan	92
Gambar 5. 5 Peta pembobotan parameter permeabilitas tanah	93
Gambar 5. 6 Peta bobot parameter kemiringan lereng.....	95
Gambar 5. 7 Peta bobot parameter kerapatan saluran.....	96
Gambar 5. 8 Peta bobot parameter muka air.....	97
Gambar 5. 9 Peta bobot parameter topografi	98
Gambar 5. 10 Peta zona potensi resapan air tanah menggunakan metode AHP berbasis GIS.	104
Gambar 5. 11 Skema keseimbangan air hasil pemodelan SWAT pada Daerah Tangkapan air kawasan mata air Cokro sebelum restorasi.....	108
Gambar 5. 12 Grafik perbandingan debit sungai hasil simulasi menggunakan SWAT+ dengan debit sungai hasil observasi.	110
Gambar 5. 13 Peta distribusi limpasan permukaan (surface runoff) Daerah Tangkapan air kawasan mata air Cokro sebelum restorasi.	113
Gambar 5. 14 Peta distribusi perkolasi hasil pemodelan SWAT pada Daerah Tangkapan Air Kawasan Mata Air Cokro sebelum restorasi.	114
Gambar 5. 15 Zona akuifer bebas dan besaran imbuhan nya	116
Gambar 5. 16 Zona akuifer dalam dan besaran imbuhan nya.....	116
Gambar 5. 17 Peta sebaran mata air pada daerah tangkapan air kawasan mata air Cokro	118
Gambar 5. 18 Peta Integrasi Zona potensi resapan , Limpasan Permukaan, dan Perkolasi	123
Gambar 5. 19 Peta model restorasi daerah tangkapan air kawasan mata air Cokro.	125
Gambar 5. 20 Desain sumur resapan untuk meningkatkan infiltrasi (SNI 8456, 2017) ...	127
Gambar 5. 21 Skema keseimbangan air hasil simulasi SWAT+ terintegrasi Gwflow pada daerah penelitian setelah dilakukan model restorasi.....	130
Gambar 5. 22 Perbandingan hasil limpasan permukaan, aliran lateral, perkolasi, dan evapotranspirasi rata-rata bulanan sebelum dan setelah dilakukan model restorasi pada daerah tangkapan mata air kawasan mata air Cokro.....	132
Gambar 5. 23 Perbandingan nilai imbuhan air tanah sebelum dan setelah restorasi	133

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Daftar sebaran mata air pada kawasan Mata Air Cokro (BBWS Bengawan Solo, 2013)	6
Tabel 1. 2 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian ini.....	8
Tabel 2. 1 Statistik Data Hujan Harian Maksimum (Pudyastuti & Musthofa, 2020)	19
Tabel 2. 2 Nilai Random Index (RI) (saaty Vargas, 2012)	23
Tabel 2. 3 Rekapitulasi referensi resistivity batuan:	28
Tabel 2. 4 Nilai Representasi Porositas (Morris & Johnson 1967)	31
Tabel 2. 5 Klasifikasi nilai konduktivitas hidrolika (A Domenico & W. Schwartz, 1998)	32
Tabel 2. 6 Klasifikasi nilai storativitas pada berbagai tipe akuifer (D. K. Todd, 1980)	32
Tabel 2. 7 Kebutuhan Air (SNI No. 6728,1-2015)	34
Tabel 3. 1 Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian.....	42
Tabel 3. 2 Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian:	43
Tabel 4. 1 Rentang nilai pengamatan TDS, DHL, dan pH	69
Tabel 4. 2 Nilai Karakteristik Akuifer	73
Tabel 4. 3 Data rata-rata bulanan klimatologi daerah penelitian tahun 2014 sampai tahun 2024	77
Tabel 4. 4 Data hujan rerata bulanan daerah penelitian tahun 2014 sampai tahun 2024	77
Tabel 4. 5 Jumlah penduduk per Kecamatan pada daerah penelitian	81
Tabel 5. 1 Wilayah Kecamatan pada daerah Penelitian	84
Tabel 5. 2 Matriks perbandingan berpasangan dan bobot AHP	86
Tabel 5. 3 Hasil perhitungan eigen vektor AHP	87
Tabel 5. 4 Bobot parameter litologi	88
Tabel 5. 5 Bobot parameter curah hujan	90
Tabel 5. 6 Bobot parameter penggunaan lahan	91
Tabel 5. 7 Bobot parameter permeabilitas tanah	93
Tabel 5. 8 Bobot parameter kemiringan lereng	94
Tabel 5. 9 Bobot parameter kepadatan drainase	95
Tabel 5. 10 bobot Parameter muka air tanah	97
Tabel 5. 11 Bobot parameter topografi	98
Tabel 5. 12 Indeks 5 Skenario Uji Konsistensi (OAT).	100
Tabel 5. 13 Variasi luasan zona potensi resapan pada setiap skenario	101
Tabel 5. 14 Tabel nilai rata-rata bulanan hasil simulasi Keseimbangan air menggunakan SWAT+Gwflow	109
Tabel 5. 15 Rekapitulasi hasil Validasi Keseimbangan air pemodelan SWAT+gwflow	110
Tabel 5. 16 Sebagian hasil simulasi keseimbangan air (water balance) dari model SWAT+ (Soil and Water Assessment Tool Plus) pada setiap Landscape Unit (LSU).	111
Tabel 5. 17 Jumlah imbuan air tanah pada daerah penelitian sebelum restorasi.	117
Tabel 5. 18 Rekapitulasi debit mata air tahunan	119
Tabel 5. 19 Jumlah pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan domestik pada daerah penelitian tahun 2024	120
Tabel 5. 20 Pembobotan parameter restorasi	122
Tabel 5. 21 Rekapitulasi Prioritas Pengelolaan	124
Tabel 5. 22 Rekapitulasi Jenis Restorasi	128
Tabel 5. 23 Perbandingan hasil keseimbangan air rata-rata bulanan sebelum dan setelah dilakukan model restorasi pada daerah tangkapan mata air kawasan mata air Cokro.	131
Tabel 5. 24 Jumlah imbuan air tanah setelah dilakukan model restorasi pada daerah penelitian	134