

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Batasan Penelitian	3
I.5 Lingkup Penelitian.....	4
I.5.1 Lokasi Penelitian.....	3
I.5.2 Lingkup Pekerjaan Penelitian.....	6
I.6 Manfaat Penelitian.....	7
I.7 Peneliti Terdahulu	7
I.8 Keaslian/Kebaruan Penelitian.....	8
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
II.1 Tinjauan Pustaka	9
II.1.1 Regional Wilayah Penelitian	9
II.1.1.1 Geomorfologi Regional	9
II.1.1.2 Stratigrafi Regional.....	12
II.1.1.3 Struktur Geologi Regional	14
II.1.1.4 Hidrogeologi Regional.....	15
II.2 Landasan Teori.....	17
II.2.1. Air Tanah dan Media Alir Air tanah	17
II.2.2. Pemodelan Air tanah.....	21
II.2.2.1 Jenis Pemodelan Air tanah.....	22
II.2.2.2 Model Numerik pada Air Tanah	23
II.2.2.3 Data Pemodelan Air Tanah	24
II.2.3. Alur Kerja Pemodelan Air Tanah	30

II.2.3.1 Simulasi Numerik	32
II.2.3.2 Area Model Air Tanah	34
II.2.3.3 Parameter Pemodelan Air tanah	36
II.2.3.4 Asumsi dalam Pemodelan Air tanah	36
II.3 Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence)	37
II.3.1 Pengaruh Penggunaan Air Tanah pada Penurunan Muka Tanah	39
II.3.2 Pengelolaan Air Tanah untuk Mengurangi Dampak Penurunan Muka Tanah	43
II.3.3 Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) di Pekalongan	44
II.3 Hipotesis	46
BAB III	48
METODOLOGI PENELITIAN	48
III.1 Peralatan dan Bahan Penelitian	48
III.1.1 Alat	48
III.1.2 Bahan	48
III.2 Tahapan Penelitian	49
BAB IV	57
PENGUTARAAN DATA	57
IV.1 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	57
IV.1.1 Geomorfologi Daerah Penelitian	57
IV.1.2 Litologi Daerah Penelitian	60
IV.1.3 Litologi Bawah Permukaan Daerah Penelitian	64
IV.1.3.1 Data Geolistrik	64
IV.1.3.2 Data Log Bor Daerah Penelitian	67
IV.2 Kondisi Hidrogeologi Daerah Penelitian	73
IV.2.1 Kedalaman Muka Air Tanah	73
IV.2.2 Karakteristik Akuifer	74
IV.2.3 Sistem Akuifer	77
IV.3 Kondisi Hidrologi Daerah Penelitian	83
IV.3.1 Kondisi Sungai	83
IV.3.2 Curah Hujan Daerah Penelitian	85
IV.3.3 Evapotranspirasi Daerah Penelitian	89
IV.3.4 Limpasan Permukaan Daerah Penelitian	87
IV.3.5 Imbuhan Air Tanah Daerah Penelitian	88
BAB V	93
PEMODELAN AIR TANAH	93
V.1 Model Konseptual	93
V.2 Asumsi dan Batasan dalam Pemodelan Aliran Air Tanah	95
V.3 Daerah Model	95



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Pemodelan Air Tanah untuk Mitigasi Land Subsidence pada Cekungan Air Tanah Pekalongan Pemalang

Meitharisha Fakhdiyar Hasani, Dr. rer.nat. Ir. Heru Hendrayana, IPU; Dr. Ahmad Taufiq, S.T., M.T., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

V.4 Data Masukan Model.....	96
V.4.1 Ketebalan Akuifer	97
V.4.2 Nilai Konduktivitas Hidrolika	98
V.5 Kondisi Batas Model.....	100
V.6 Nilai Imbuhan Air Tanah dan Evapotranspirasi.....	101
V.7 Sumur Observasi.....	104
V.8 Hasil Pemodelan	104
V.8.1 Hasil Pemodelan Belum Terkalibrasi	104
V.8.2 Kalibrasi dan Hasil Model	105
V.9 Skenario dan Hasil Simulasi Model	111
V.9.1 Hasil Simulasi Model	114
V.9.1.1 Skenario Simulasi 1	114
V. 9.1.2 Skenario Simulasi 2.....	117
V. 9.1.3 Skenario Simulasi 3.....	121
V.9.1.4 Skenario Simulasi 4.....	124
BAB VI.....	129
KESIMPULAN DAN SARAN.....	129
VI.1 Kesimpulan	129
VI.2 Saran	130
DAFTAR PUSTAKA	132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1	Peta Muka Air Tanah Cekungan Air Tanah Pekalongan-Pemalang yang merupakan lokasi penelitian (Sumber: Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah, 2012).....	5
Gambar 1-2	Peta Model Area dan Interest Area Pemodelan Air Tanah CAT Pekalongan-Pemalang.....	6
Gambar 2-1	Peta Geomorfologi CAT Pekalongan-Pemalang (Sumber: Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah, 2012).....	11
Gambar 2-2	Peta Geologi CAT Pekalongan-Pemalang (Sumber: Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah, 2012).....	13
Gambar 2-3	Peta Unit Akuifer CAT Pekalongan-Pemalang (Sumber: Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah, 2012).....	17
Gambar 2-4	Skema mengenai hubungan bidang piezometrik dengan nilai potensial hidrolika (Freeze and Cherry, 1979).....	18
Gambar 2-5	Jaringan aliran air tanah dengan pola orthogonal (Todd and Mays, 2005).....	19
Gambar 2-6	Kondisi batas Head Dependant Boundary (Poeter, 2008).....	30
Gambar 2-7	Perbandingan luas daerah pada pemodelan (DVWK, 1985 dalam Hendrayana, 2017).....	35
Gambar 2-8	Hubungan penurunan tanah dengan penurunan muka air tanah piezometrik di San Jose, California (Todd, 1980 dalam Nadjib, 2011).....	41
Gambar 2-9	Grafik tekanan intergranular dan hidrolik pada akuifer bebas dengan akuifer tertekan (Poland, et. al dalam Todd, 1980).....	42
Gambar 2-10	Skema penampang vertikal sistem air tanah yang mengandung endapan (akuifer) yang relatif kasar dan berbutir halus (akuitar); (A) kesetimbangan hidrodinamik awal; (B) terganggunya keseimbangan hidrodinamik awal sebagai akibat pemompaan air tanah; penurunan muka air tanah dan pemadatan akuifer kompresibel yang mengakibatkan penurunan muka tanah (Guzy, 2020).....	43
Gambar 2-11	Bagian Barat Laut-Tenggara Sedimen Kuarter di Pekalongan (Moechar dan Mulyana, 2010 dalam Sarah, dkk., 2021).....	45
Gambar 3-1	Bagan Alir Metode Penelitian.....	55
Gambar 3-2	Bagan Alir Tahapan Pemodelan Air Tanah.....	56
Gambar 4.1	Kenampakan satuan morfologi pedataran yang mendominasi daerah penelitian.....	58
Gambar 4.2	Peta kelerengan daerah penelitian	59
Gambar 4.3	Satuan breksi tuf yang tersingkap setempat Sungai Lojahan bagian timur daerah penelitian	60
Gambar 4.4	Kenampakan breksi dengan fragmen tufa di daerah penelitian	61
Gambar 4.5	Satuan Perselingan Pasir Tufan-Lempung Tufaan yang tersingkap di bagian tengah hingga selatan daerah penelitian	62
Gambar 4.6	Satuan aluvium yang tersingkap di daerah penelitian.....	63
Gambar 4.7	Peta lokasi pengukuran geolistrik di daerah penelitian	64
Gambar 4.8	Diagram Fence hasil korelasi geolistrik pada daerah penelitian.....	67
Gambar 4.9	Lokasi Titik Log Bor di daerah Penelitian	68
Gambar 4.10	Peta Geologi daerah penelitian	70



Gambar 4.11	Penampang Sayatan Geologi Daerah Penelitian	71
Gambar 4.12	Penampang 3 Dimensi Geologi Daerah Penelitian	72
Gambar 4.13	Peta sebaran titik pengukuran muka air tanah di daerah penelitian.....	73
Gambar 4.14	Peta pola aliran air tanah akuifer bebas di daerah penelitian.....	75
Gambar 4.15	Peta pola aliran air tanah akuifer tertekan di daerah penelitian.....	76
Gambar 4.16	Peta hidrogeologi daerah penelitian	80
Gambar 4.17	Penampang sayatan hidrogeologi daerah penelitian	83
Gambar 4.18	Penampang 3 dimensi hidrogeologi daerah penelitian	82
Gambar 4.19	Peta Titik Lokasi Pengukuran Sungai Daerah Penelitian.....	85
Gambar 4.20	Peta Curah Hujan Daerah Penelitian	89
Gambar 4.21	Peta Evapotranspirasi daerah penelitian	90
Gambar 4.22	Peta Limpasan Daerah Penelitian	91
Gambar 4.23	Peta Imbuhan Air Tanah Daerah Penelitian	92
Gambar 5.1	Model Konseptual daerah penelitian	94
Gambar 5.2	Diskretisasi Model Area	96
Gambar 5.3	Konversi Penampang Hidrostratigrafi ke Layer Model Numerik	98
Gambar 5.4	Nilai konduktivitas Layer 1 daerah penelitian	99
Gambar 5.5	Nilai konduktivitas Layer 2 dan Layer 3 daerah penelitian	100
Gambar 5.6	Constant Head Boundary dan River Boundary pada model area daerah penelitian	102
Gambar 5.7	Input nilai imbuhan pada pemodelan air tanah daerah penelitian	102
Gambar 5.8	Input nilai evapotranspirasi pada pemodelan air tanah daerah penelitian.....	103
Gambar 5.9	Model Konseptual 3D dalam aplikasi Visual MODFLOW.....	103
Gambar 5.10	Hasil model akuifer 1 sebelum dikalibrasikan	104
Gambar 5.11	Hasil model akuifer 2 sebelum dikalibrasikan	105
Gambar 5.12	Skenario Kalibrasi Layer 1 Dengan Menyesuaikan Parameter Nilai K	107
Gambar 5.13	Skenario Kalibrasi Layer 2 Dengan Menyesuaikan Parameter Nilai K	108
Gambar 5.14	Skenario Kalibrasi Layer 3 Dengan Menyesuaikan Parameter Nilai K	108
Gambar 5.15	Skenario Kalibrasi Layer 1 Dengan Menyesuaikan Parameter Nilai Imbuhan Air Tanah	109
Gambar 5.16	Hasil model terkalibrasi akuifer 1 dan 2 daerah penelitian	110
Gambar 5.17	Grafik kalibrasi setelah dilakukan penyesuaian	111
Gambar 5.18	Peta sebaran rencana sumur pemompaan selama 2022 - 2027 di daerah penelitian	115
Gambar 5.19	Pola aliran air tanah pada akuifer 2 dari tahun 2022 – 2027.....	116
Gambar 5.20	Perubahan muka air tanah pada akuifer 2 pada tahun 2022 – 2027.....	117
Gambar 5.21	Peta sebaran rencana sumur pemompaan selama 2027-2032 di daerah penelitian.....	119
Gambar 5.22	Pola aliran air tanah pada akuifer 2 dari tahun 2027- 2032.....	120
Gambar 5.23	Perubahan muka air tanah pada akuifer 2 pada tahun 2027 – 2032.....	120
Gambar 5.24	Peta sebaran rencana sumur pemompaan selama 2032-2037 di daerah penelitian	122
Gambar 5.25	Pola aliran air tanah pada akuifer 2 dari tahun 2032 – 2037.....	123
Gambar 5.27	Perubahan muka air tanah pada akuifer 2 pada tahun 2032 – 2037.....	124
Gambar 5.28	Peta sebaran rencana sumur pemompaan selama 2037-2042 di daerah penelitian	125
Gambar 5.29	Pola aliran air tanah pada akuifer 2 dari tahun 2037 - 2042.....	126



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data yang dibutuhkan dalam pemodelan air tanah (Boonstra dan Ridder, 1981).....	24
Tabel 2.2	Nilai konduktivitas hidrolika berdasarkan material sedimen (Domenico & Schwartz, 1990).....	27
Tabel 4.1	Karakteristik hidrolika dari uji pemompaan pada 5 titik sumur bor...	77
Tabel 4.2	Data Pengukuran Sungai di Daerah Penelitian	83
Tabel 4.3	Curah Hujan 10 tahun terakhir Pos Curah Hujan Pekalongan	86
Tabel 4.4	Curah Hujan 10 tahun terakhir Pos Curah Hujan Batang	86
Tabel 4.5	Data suhu rata-rata daerah penelitian dalam setahun	87
Tabel 5.1	Ketebalan rata . rata layer model air tanah.....	97
Tabel 5.2	Nilai konduktivitas hidrolika tiap satuan hidrogeologi	99
Tabel 5.3	Tabel <i>Parameter Sensitivity Analysis</i>	106
Tabel 5.4	Kebutuhan air bersih rumah tangga (SNI 67281.2015).....	112
Tabel 5.5	Perhitungan prediksi kebutuhan air tanah daerah penelitian	113
Tabel 5.6	Rencana Sumur di daerah penelitian Tahun 2022-2027.....	113
Tabel 5.7	Rencana Sumur di daerah penelitian Tahun 2027-2032.....	118
Tabel 5.8	Rencana Sumur di daerah penelitian Tahun 2032-2037.....	121
Tabel 5.9	Rencana Sumur di daerah penelitian Tahun 2037-2042.....	125
Tabel 5.10	Hasil simulasi model tahun 2022 – 2042.....	127