

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR FOTO	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
INTISARI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian	4
I.5. Ruang Lingkup Penelitian	5
I.5.1. Lokasi	5
I.5.2. Lingkup pekerjaan	5
I.5.3. Lingkup waktu	7
I.5.4. Batasan masalah	8
I.6. Keaslian Penelitian	9
BAB II DASAR PEMECAHAN MASALAH	11
II.1. Tinjauan Pustaka	11
II.1.1. Geomorfologi regional	11
II.1.2. Stratigrafi regional	12
II.1.3. Struktur geologi regional	15
II.1.4. Hidrogeologi regional	15
II.1.4.1. Geometri akuifer	15

II.2.4.2. <i>Plume</i>	48
II.2.4.2.1. Panjang <i>plume</i>	49
II.2.4.2.2. Bentuk dan pergerakan <i>plume</i>	51
II.2.4.2.3. Analisa pergerakan <i>plume</i>	52
II.2.4.2.3.1. Pergerakan oleh adveksi	53
II.2.4.2.3.2. Pergerakan oleh dispersi	53
II.2.4.2.3.2.1. <i>Plume</i> 1D	55
II.2.4.2.3.2.2. <i>Plume</i> 2D	57
II.2.4.2.3.3. <i>Electric Conductivity</i> untuk membantu delineasi <i>plume</i> kontaminan	60
II.3. Hipotesis	61
BAB III CARA DAN HASIL PENELITIAN	63
III.1. Cara Penelitian	63
III.1.1. Alat penelitian	63
III.1.2. Bahan penelitian	63
III.1.3. Tahapan penelitian	64
III.1.3.1. Tahap pra-lapangan	64
III.1.3.2. Tahapan lapangan.	66
III.1.3.2.1. Tahapan persiapan alat dan bahan	66
III.1.3.2.2. Tahapan pengambilan data dan sampel	67
III.1.3.2.2.1. Pengambilan data muka airtanah diikuti <i>sampling</i>	68
III.1.3.2.2.2. Pengambilan data stratigrafi endapan diikuti <i>sampling</i>	71
III.1.3.3. Tahapan pasca-lapangan	73
III.1.3.3.1. Tahapan pengolahan sampel airtanah	73
III.1.3.3.2. Tahapan pengolahan sampel endapan	74
III.1.3.4. Tahapan pembuatan laporan	78
III.2. Hasil Penelitian	79

III.2.1. Geomorfologi daerah penelitian	79
III.2.2. Stratigrafi daerah penelitian	82
III.2.3. Hidrogeologi daerah penelitian	83
III.2.3.1. Kedalaman muka airtanah	83
III.2.3.2. Ketinggian muka airtanah dan pola aliran airtanah	89
III.2.4. Kadar minyak dan lemak daerah penelitian	92
III.2.4.1. Hasil uji laboratorium kadar minyak dan lemak	92
III.2.4.2. Lokasi sumur penelitian yang tercemar dan tidak tercemar	93
III.2.5. Nilai permeabilitas dan porositas akuifer	94
III.2.5.1. Nilai permeabilitas	96
III.2.5.2. Nilai porositas	97
BAB IV PEMBAHASAN	99
IV.1. Persebaran arah plume kontaminan BBM	99
IV.2. Prediksi mengenai kadar kontaminan pada jarak dan waktu tertentu	104
IV.2.1. Jarak yang dibutuhkan hingga kontaminan BBM hilang dari sistem akuifer	104
IV.2.2. Waktu yang dibutuhkan hingga kontaminan BBM hilang dari sistem akuifer	105
IV.2.2.1. Model plume 1D dengan kasus kebocoran kontinu	107
IV.2.2.2. Model plume 2D dengan kasus kebocoran diskontinu	108
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	111
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN	117

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Rencana waktu penelitian	7
Tabel II.1	Pemanfaatan airtanah dikelompokkan sesuai tipe penggunaan (GW-MATE, 2005 dalam Putra, 2007)	21
Tabel II.2	Dampak kualitas airtanah akibat pencemaran dari berbagai sumber (Morris et.al., 2003 dalam Putra, 2007 dengan modifikasi)	22
Tabel II.3	Tabel tingkat pencemaran oleh berbagai sumber pencemar di daerah kota Yogyakarta dan sekitarnya (Putra, 2007)	24
Tabel II.4	Unsur penyusun minyak mentah (Baker, 1964; Hodgson, 1954; Levorsen, 1967 dalam Eby, 2004)	26
Tabel II.5	Kemungkinan konsentrasi kontaminan dari berbagai limbah industri (Foster&Hirata, 1988 dan Morris et.al., 2003 dalam Putra, 2007)	33
Tabel II.6	Karakteristik pergerakan kontaminan (Morris, et.al., 2003)	39
Tabel II.7	Kelarutan hidrokarbon aromatik BTEX dalam air distilasi (Keeley et.al., 1988 dan Sutton & Calder, 1975 dalam Eby, 2004)	46
Tabel III.1	Tabel hasil uji laboratorium mengenai kadar minyak dan lemak dalam airtanah	92
Tabel III.2	Tabel hasil pengujian nilai permeabilitas terhadap sampel endapan	96
Tabel III.3	Tabel hasil pengujian nilai porositas terhadap sampel endapan	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Peta lokasi penelitian (<i>Google Maps</i> Jawa, Yogyakarta, peta administrasi DIY, dan peta RBI lokasi penelitian, dengan modifikasi)	6
Gambar II.1	Peta Geomorfologi Kota Yogyakarta (Iqbal, 2013 dengan modifikasi)	13
Gambar II.2	Peta Geologi Kota Yogyakarta (Iqbal, 2013 dengan modifikasi)	14
Gambar II.3	Sayatan yang memotong graben Yogyakarta (MacDonalds & Partners, 1984)	16
Gambar II.4	Peta pola aliran airtanah dangkal di Kota Yogyakarta (Iqbal, 2013 dengan modifikasi)	19
Gambar II.5	Estimasi pemanfaatan airtanah sebagai air minum di Asia dan Amerika Latin (Morris et.al., 2003 dengan modifikasi)	20
Gambar II.6	Nilai TOC rata-rata pada berbagai sistem akuatik (Thurman, 1985 dalam Eby, 2004 dengan modifikasi)	32
Gambar II.7	Model konseptual dasar mengenai atenuasi terhadap kontaminan bahan kimia organik dari sumber pencemar (WHO, 2006 dengan modifikasi)	35
Gambar II.8	Pergerakan kontaminan pada airtanah ($t_1 - t_3$) (Teustch, et.al. 1997 dengan modifikasi)	36
Gambar II.9	<i>Light Nonaqueous Phase Liquids</i> (Mackay dan Cherry, 1989 dalam WHO, 2006 dengan modifikasi)	44
Gambar II.10	<i>Dense Nonaqueous Phase Liquids</i> (Mackay dan Cherry, 1989 dalam WHO, 2006 dengan modifikasi)	47
Gambar II.11	Kenampakan dari konsep: (a) fase NAPLS bebas vs. (b) fase NAPLS residual dalam (Bedient et.al., 1999 dengan modifikasi)	48

Gambar II.12	Dimensi <i>plume</i> BTEX dibandingkan dengan kontaminan lainnya (Newell dan Connor, 1990; API, 1989 dengan modifikasi)	50
Gambar II.13	Siklus bentuk dan pergerakan <i>plume</i> (Newell dan Connor, 1998 dengan modifikasi)	52
Gambar II.14	<i>Plume</i> kontaminan karena kebocoran kontinu (Fetter, 1999 dengan modifikasi)	58
Gambar II.15	<i>Plume</i> kontaminan karena kebocoran diskontinu (Fetter, 1999 dengan modifikasi)	60
Gambar III.1	Alur penelitian	65
Gambar III.2	Lokasi sumur pengukuran muka airtanah serta pengambilan sampel	70
Gambar III.3	Lokasi sumur logbor, pengukuran MS endapan, serta pengambilan sampel	72
Gambar III.4	Peta geomorfologi daerah penelitian	80
Gambar III.5	Peta geologi daerah penelitian	84
Gambar III.6	Kolom singkat MS endapan tepi sungai	85
Gambar III.7	Kolom logbor (Putra, 2003)	86
Gambar III.8	Garis sayatan yang memotong daerah penelitian	87
Gambar III.9	Sayatan geologi daerah penelitian	88
Gambar III.10	Peta kedalaman muka airtanah	90
Gambar III.11	Peta kontur ketinggian muka airtanah	91
Gambar III.12	Lokasi sumur tercemar	95
Gambar IV.1	Peta <i>plume</i> kontaminan BBM di daerah penelitian	102
Gambar IV.2	Arah pergerakan <i>plume</i> terhadap arah aliran airtanah (tanpa skala)	103

Gambar IV.3 Sketsa sayatan yang memotong *plume* kontaminan BBM 103

(tanpa skala)

DAFTAR FOTO

Foto 3.1	<i>Water test kit</i> untuk menguji nilai EC dan suhu	67
Foto 3.2	Pengukuran kedalaman muka airtanah	69
Foto 3.3	Kenampakan sampel airtanah yang tercemar BBM	69
Foto 3.4	Sumur timba warga	69
Foto 3.5	Pengukuran nilai EC dan suhu	69
Foto 3.6	Singkapan di tepi sungai Winongo	71
Foto 3.7	Sampel endapan sungai. Adanya struktur silang siur membuktikan endapan tersebut disebabkan oleh adanya proses fluvial	71
Foto 3.8	Alat uji permeabilitas	75
Foto 3.9	Menimbang endapan untuk dimasukkan di dalam tabung uji	75
Foto 3.10	Memasukkan endapan ke dalam tabung uji	76
Foto 3.11	Susunan endapan dan <i>filter</i> di dalam tabung uji	76
Foto 3.12	Menimbang cawan kosong serta cawan berisi endapan	77
Foto 3.13	Menghilangkan kadar air endapan dengan memasukkan ke dalam oven selama 24 jam	77
Foto 3.14	Kenampakan piknometer berisi endapan	77
Foto 3.15	Mengukur suhu air dalam piknometer setelah dipanaskan	77
Foto 4.1	Kenampakan lembah sungai dengan dinding penguat.	81

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Data pengukuran muka airtanah, suhu, dan EC	120
LAMPIRAN 2	Kolom stratigrafi endapan tepi sungai	123
LAMPIRAN 2.1.	Kolom stratigrafi endapan STA 22	124
LAMPIRAN 2.2.	Kolom stratigrafi endapan STA 23	125
LAMPIRAN 2.3.	Kolom stratigrafi endapan STA 24	126
LAMPIRAN 3	<i>Data Sekunder</i>	127
	Kolom logbor (Putra, 2003)	
LAMPIRAN 3.1.	Kolom logbor Garuda-01 (Putra, 2003)	128
LAMPIRAN 3.2.	Kolom logbor Bapindo (Putra, 2003)	129
LAMPIRAN 4	Hasil pengujian nilai permeabilitas	130
LAMPIRAN 4.1.	Hasil pengujian nilai permeabilitas sampel W2-5	131
LAMPIRAN 4.2.	Hasil pengujian nilai permeabilitas sampel C-1	132
LAMPIRAN 4.3.	Hasil pengujian nilai permeabilitas sampel W2-3	133
LAMPIRAN 4.4.	Hasil pengujian nilai permeabilitas sampel W2-7	134
LAMPIRAN 5	Hasil pengujian nilai porositas	135
LAMPIRAN 5.1.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W1-A	136
LAMPIRAN 5.2.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W1-B	137
LAMPIRAN 5.3.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W2-1	138
LAMPIRAN 5.4.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W2-2	139
LAMPIRAN 5.5.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W2-3	140
LAMPIRAN 5.6.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W2-4	141
LAMPIRAN 5.7.	Hasil pengujian nilai porositas sampel W2-5	142

LAMPIRAN 5.8.	Hasil pengujian nilai porositas sampel C-1	143
LAMPIRAN 6	Hasil pengujian kadar minyak dan lemak	144
LAMPIRAN 7	Perhitungan variasi kecepatan aliran airtanah berdasarkan variasi nilai permeabilitas	146
LAMPIRAN 8	Grafik kadar kontaminan terhadap waktu menggunakan rumus prediksi 1D dengan kasus kebocoran kontinu	148
LAMPIRAN 8.1.	Grafik prediksi model <i>plume</i> 1D kebocoran kontinu berdasar nilai permeabilitas minimal	149
LAMPIRAN 8.2.	Grafik prediksi model <i>plume</i> 1D kebocoran kontinu berdasar nilai permeabilitas maksimal	150
LAMPIRAN 8.3.	Grafik prediksi model <i>plume</i> 1D kebocoran kontinu berdasar nilai permeabilitas rerata	151
LAMPIRAN 9	Grafik kadar kontaminan terhadap waktu menggunakan rumus prediksi 2D dengan kasus kebocoran diskontinu	152
LAMPIRAN 9.1.	Grafik prediksi model <i>plume</i> 2D kebocoran kontinu berdasar nilai permeabilitas minimal	153
LAMPIRAN 9.2.	Grafik prediksi model <i>plume</i> 2D kebocoran kontinu berdasar nilai permeabilitas maksimal	154
LAMPIRAN 9.3.	Grafik prediksi model <i>plume</i> 2D kebocoran kontinu berdasar nilai permeabilitas rerata	155
LAMPIRAN 10	Grafik kadar kontaminan terhadap waktu pada jarak tertentu terhadap sumber kebocoran	156

LAMPIRAN 10.1.	Grafik prediksi konsentrasi pencemar terhadap waktu pada jarak 50 m terhadap sumber kebocoran	157
LAMPIRAN 10.2.	Grafik prediksi konsentrasi pencemar terhadap waktu pada jarak 100 m terhadap sumber kebocoran	158
LAMPIRAN 10.3.	Grafik prediksi konsentrasi pencemar terhadap waktu pada jarak 150 m terhadap sumber kebocoran	159
LAMPIRAN 10.4.	Grafik prediksi konsentrasi pencemar terhadap waktu pada jarak 200 m terhadap sumber kebocoran	160
LAMPIRAN 10.5.	Grafik prediksi konsentrasi pencemar terhadap waktu pada jarak 300 m terhadap sumber kebocoran	161
LAMPIRAN 10.6.	Grafik prediksi konsentrasi pencemar terhadap waktu pada jarak 400 m terhadap sumber kebocoran	162
LAMPIRAN 11	Grafik jarak terhadap waktu yang dibutuhkan hingga kontaminan BBM hilang dari sistem akuifer	163

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1	Rumus menghitung pergerakan kecepatan linier	53
Persamaan 2	Rumus menghitung koefisien dispersi hidrodinamik yang sejajar terhadap arah aliran dasar	54
Persamaan 3	Rumus menghitung koefisien dispersi hidrodinamik yang tegak lurus terhadap arah aliran dasar	54
Persamaan 4	Rumus menghitung <i>longitudinal dynamic dispersivity</i> untuk jarak kontaminan kurang dari 3500 m	54
Persamaan 5	Rumus menghitung <i>longitudinal dynamic dispersivity</i> untuk jarak kontaminan lebih dari 3500 m	54
Persamaan 6	Rumus menghitung konsentrasi akibat kebocoran secara kontinu model <i>plume</i> 1D	55
Persamaan 7	Rumus menghitung konsentrasi akibat kebocoran secara sesaat model <i>plume</i> 1D	56
Persamaan 8	Rumus menghitung waktu setelah kebocoran terjadi dimana konsentrasi tertinggi tercapai pada <i>plume</i> 1D	56
Persamaan 9	Rumus menghitung konsentrasi <i>plume</i> 1D pada waktu tertentu	56
Persamaan 10	Rumus menghitung konsentrasi akibat kebocoran secara kontinu model <i>plume</i> 2D	57
Persamaan 11	Rumus menghitung konsentrasi akibat kebocoran secara sesaat model <i>plume</i> 2D	59



Persamaan 12	Rumus menghitung konsentrasi maksimal pada model plume 2D	59
Persamaan 13	Rumus kalibrasi nilai EC	60