



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENYUSUNAN ZONA RISIKO KERENTANAN AIR TANAH
TERHADAP PENCEMARAN MENGGUNAKAN METODE
“GROUNDWATER OCCURENCE, OVERLYING LITHOLOGY,
DEPTH OF GROUNDWATER TABLE” (GOD) DAN “AQUIFER
VULNERABILITY INDEX” (AVI) DI KOTA SEMARANG,
JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

**DIMAS WAHYU PAMUNGKAS
21100112140095**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
MARET 2017**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENYUSUNAN ZONA RISIKO KERENTANAN AIRTAHAH
TERHADAP PENCEMARAN MENGGUNAKAN METODE
“GROUNDWATER OCCURENCE, OVERLYING LITHOLOGY,
DEPTH OF GROUNDWATER TABLE” (GOD) DAN “AQUIFER
VULNERABILITY INDEX” (AVI) DI KOTA SEMARANG,
JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

**DIMAS WAHYU PAMUNGKAS
21100112140095**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
MARET 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Dimas Wahyu Pamungkas
NIM : 21100112140095
Departemen : Teknik Geologi
Judul Tugas Akhir : Penyusunan Zona Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran Menggunakan Metode "Groundwater Occurrence, Overlying Lithology, Depth Of Groundwater Table" (God) dan "Aquifer Vulnerability Index" (Avi) Di Kota Semarang, Jawa Tengah.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr.rer.nat. Thomas Triadi P., S.T., M.Eng. (.....)

Pembimbing : Dian Agus W, S.T., M.T. (.....)

Penguji : Ir. Wahyu Krisna Hidajat, M.T. (.....)

Semarang, 03 Maret 2017

Ketua Departemen Teknik Geologi



Najib, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19771020 200501 1 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dimas Wahyu Pamungkas

Nim : 21100112140095

Tanda tangan :

Tanggal : 03 Maret 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tandan di bawah ini

Nama : Dimas Wahyu Pamungkas
NIM : 21100112140095
Jurusan/Program Studi : Teknik Geologi
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Penyusunan Zona Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran menggunakan Metode “Groundwater Occurrence, Overlying Lithology, Depth Of Groundwater Table” (GOD) dan “Aquifer Vulnerability Index” (AVI) di Kota Semarang, Jawa Tengah.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 03 Maret 2017

Yang menyatakan,

Dimas Wahyu Pamungkas
NIM. 21100112140095

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Kemudian setelah itu hatimu menjadi keras seperti batu, bahkan lebih keras lagi. Padahal di antara batu-batu itu sungguh ada yang mengalir sungai-sungai daripadanya dan di antaranya sungguh ada yang terbelah lalu keluarlah mata air daripadanya dan di antaranya sungguh ada yang meluncur jatuh, karena takut kepada Allah. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.

(Q.S Al-Baqarah ayat74)

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak Ngadiman dan Ibu Wartinemiatun yang selalu memberikan doa serta motivasi. Tidak lupa ketiga saudara saya, Inneke Widiastuti, Agung Hartanto dan Drajat Dwi Hartono yang selalu memberikan dukungan.

KATA PENGANTAR

Sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah, Kota Semarang dengan jumlah kepadatan penduduk yang tinggi, harus dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk penduduknya. Dalam pemanfaatannya, airtanah sebagai sumber air yang paling sering dan mudah dimanfaatkan oleh warga dapat diperoleh dari akuifer dangkal. Tingkat kerentanan dan risiko kerentanan airtanah dangkal untuk mengalami pencemaran relatif tinggi, karena kedudukannya yang tidak terlalu dalam.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan zonasi tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kota Semarang. Metode yang digunakan untuk menganalisis kerentanan airtanah terhadap pencemaran adalah metode **GOD** (*Groundwater occurrence, Overlying lithology, and Depth of groundwater*) dan **AVI** (*Aquifer Vulnerability Index*), yaitu mengenai tiga parameter berupa jenis akuifer, jenis litologi di atas akuifer, dan kedalaman muka airtanah serta ketebalan lapisan penutup akuifer dan nilai konduktivitas hidroliknya. Hasil analisis dengan metode GOD kemudian digabungkan dengan data rencana tata ruang wilayah Kota Semarang yang menghasilkan peta risiko airtanah terhadap pencemaran.

Dengan adanya studi mengenai kerentanan airtanah terhadap pencemaran ini, diharapkan dapat menjadi salah satu acuan pemanfaatan dan pengelolaan airtanah yang berwawasan lingkungan serta penentuan rencana tata ruang wilayah Kota Semarang.

Semarang, 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas limpahan karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Najib, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro.
3. Ir. Henarno Pudjihardjo, M.T., selaku dosen wali yang selalu berkenan memberi arahan dan motivasi selama menjadi mahasiswa.
4. Dr.rer.nat. Thomas Triadi Putranto, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam setiap tahapan yang dilalui.
5. Dian Agus Widiarso, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang selalu berkenan memberi bimbingan dan motivasi selama penyusunan laporan ini.
6. Ir. Wahyu Krisna Hidajat, M.T., selaku dosen penguji yang kritik, saran dan motivasi dalam penyusunan laporan ini.
7. Kedua orang tua tercinta, Ngadiman dan Wartinemiatun yang selalu memberikan dukungan moral, materiil dan serta doa.
8. Inneke Widiastuti, Agung Hartanto dan Drajat Dwi Hartono selaku saudara penulis yang telah memberikan banyak semangat dan doa.
9. Pemerintah Kota Semarang yang telah mengizinkan dan membantu pelaksanaan pengambilan dan penggunaan data wilayah Kota Semarang.
10. Yesi Apriyani, Axel Prima Agista, Muhammad Irfa' Udin, Firza Syarif Zahra, Dimas Galih Sawung Putro, I Gusti Bagus A, Fajar Mardianto, Tabita Arda, dan Dhana Hastuti selaku teman penulis yang telah membantu dalam pengambilan data lapangan di daerah penelitian
11. Keluarga Teknik Geologi Angkatan 2012 dan keluarga besar Teknik Geologi Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak pengalaman, perhatian, kritik, dan saran.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang secara langsung dan tidak langsung telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Semarang, 2017

Penulis

Sari

Kota Semarang adalah Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah yang mempunyai jumlah penduduk sekitar 1,5 juta jiwa tahun 2016. Kota Semarang dengan perkembangan industrinya menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat sekitar yang ingin mencari pekerjaan. Akibatnya terjadi peningkatan kepadatan penduduk dimana hal tersebut berbanding lurus dengan kebutuhan akan air bersih. Semakin besar penggunaan airtanah, maka akan semakin bertambah risiko kerentanannya terhadap pencemaran. Masyarakat saat ini masih banyak mengandalkan air bersih yang berasal dari airtanah, karena dinilai lebih ekonomis. Tujuan penelitian yang dilakukan ini adalah untuk membuat zona kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kota Semarang. Metode yang digunakan adalah metode pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan dengan melakukan pengukuran geolistrik di 46 titik menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dan pengukuran kedalaman muka airtanah dangkal sebanyak 308 titik yang tersebar di Kota Semarang. Metode yang digunakan untuk menentukan kerentanan airtanah adalah metode *GOD (Groundwater occurrence, Overlying lithology and Depth of the water table)* dan metode *AVI (Aquifer Vulnerability Index)*. Untuk menentukan risiko kerentanan airtanah terhadap pencemaran yaitu dengan menggabungkan hasil kerentanan airtanah dengan tata guna lahan. Hasil dari penelitian diperoleh litologi berupa lempung, batulempung, pasir lempungan, pasir, batupasir, batupasir tufaan, tuf, breksi, batugamping dan lava. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, daerah dengan kedalaman muka airtanah yang relatif dangkal dan litologi batuanya mempunyai permeabilitas yang tinggi serta ketebalan lapisan penutup akuifer yang tipis, cenderung masuk ke dalam klasifikasi daerah dengan tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran sedang sampai tinggi. Daerah tersebut berada di wilayah timur laut dari daerah penelitian. Berdasarkan analisis total, Kota Semarang dibagi menjadi 4 bagian, yaitu zona kerentanan airtanah sangat rendah, zona kerentanan rendah, zona kerentanan sedang dan zona kerentanan tinggi. Zona risiko kerentanan airtanah dibagi menjadi 5 zona, yaitu zona risiko kerentanan sangat rendah, zona risiko kerentanan rendah, zona risiko kerentanan sedang, zona risiko kerentanan tinggi dan zona risiko kerentanan sangat tinggi.

Kata kunci : Semarang, Airtanah, Risiko, Kerentanan, Pencemaran.

Abstract

Semarang City is capital city of Central Java that has 1.5 billion citizen. Semarang City with industrial development is the main attraction for the surrounding communities who want to find a job. As a result, an increase in population density that effect the ussage of fresh water. If the used of groundwater are increase, it is also increase the risk of groundwater vulnerability. People today still rely clean water comes from groundwater, as it is considered more economical. The purpose of this research done is to create a zone of vulnerability of groundwater against pollution in the city of Semarang. The method used is observation and measurement directly in the field by measuring the geoelectric at 46 points using Schlumberger configuration and shallow groundwater level depth measurement as much as 308 points scattered in the city of Semarang. The method used to determine the vulnerability of groundwater is a method of GOD (Groundwater occurance, overlying lithology and depth of the water table) and methods AVI (Aquifer Vulnerability Index). To determine the risk of the vulnerability of groundwater against pollution is to combine the results of the vulnerability of groundwater to land use. The results of the study obtained by lithology in the form of clay, claystone, silty sand, sand, sandstone, tuffaceous sandstones, tuffs, breccias, limestones, and lava. Berdasakran analysis done, areas with deep groundwater table is relatively shallow and rock lithology has high permeability and thickness of the overburden aquifer is thin, tend to fit into the classification of the area with the vulnerability of groundwater against pollution is moderate to high. The area is in wilaah northeast of the study area. Based on analysis of total, Semarang City is divided into four parts, namely the very low groundwater vulnerability zone, a zone of low vulnerability, the vulnerability zone of moderate and high vulnerability zones. Groundwater vulnerability risk zone is divided into five zones, very low vulnerability risk zone, low vulnerability risk zones, vulnerability risk zone, high vulnerability risk zone and very high vulnerability risk zone.

Keywords : Semarang, Groundwater, Risk, Vulnerability, Pollution.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	viii
SARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
BAB I	PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	
1.3.1 Maksud Penelitian.....	3
1.3.2 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	
1.5.1 Spasial	4
1.5.2 Substansial	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Geologi Regional Kota Semarang	
2.1.1 Stratigrafi Regional	8
2.1.2 Morfologi Kota Semarang.....	10
2.2 Hidrogeologi Regional Kota Semarang	
2.2.1 Tata Guna Lahan Kota Semarang	13
2.2.2 Penduduk Kota Semarang.....	15
2.3 Hidrogeologi dan Sistem Airtanah	
2.3.1 Karakteristik Batuan Terhadap Airtanah.....	18
2.3.2 Konduktivitas Hidrolika Batuan.....	20
2.3.3 Hidrogeologi Regional Kota Semarang	20
2.4 Pencemaran Airtanah.....	23
2.5 Kualitas Airtanah	
2.5.1 Konfigurasi <i>Schumberger</i>	26
2.5.2 Resistivitas Batuan	26
2.6 Kerentanan Airtanah	
2.6.1 Pengertian Kerentanan Airtanah	28
2.6.2 Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran	29

	2.6.3 Metode GOD	31
	2.6.4 Metode <i>AVI</i>	33
	2.7 Risiko Pencemaran Airtanah	34
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	3.1 Alat dan Bahan	
	3.1.1 Alat	36
	3.1.2 Bahan.....	36
	3.2 Tahapan Penelitian	
	3.2.1 Tahapan Persiapan dan Pendahuluan	36
	3.2.2 Tahap Pelaksanaan dan Pengumpulan Data	37
	3.3.3 Tahap Pengolahan Data.....	37
	3.3 Metodologi Penelitian	38
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
	4.1 Data Titik Minatan	39
	4.2 Kondisi Bawah Permukaan Kota Semarang.....	43
	4.2.1 Hasil Analisis Data Geolistrik.....	44
	4.3 Parameter Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran	
	4.3.1 Metode <i>GOD</i>	54
	4.3.2 Metode <i>AVI</i>	61
	4.4 Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran	
	4.4.1 Metode <i>GOD</i>	64
	4.4.2 Metode <i>AVI</i>	70
	4.4.3 Perbandingan Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran menggunakan Metode <i>GOD</i> dan Metode <i>AVI</i>	73
	4.5 Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran	
	4.5.1 Risiko Kerentanan menggunakan Metode <i>GOD</i>	74
	4.5.2 Risiko Kerentanan menggunakan Metode <i>AVI</i> .	80
	4.5.3 Perbandingan Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran antara Metode <i>GOD</i> dan Metode <i>AVI</i>	84
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
	5.1 Kesimpulan.....	86
	5.2 Saran	88
	Daftar Pustaka	89
	Lampiran 1. Titik Geolistrik	91
	Lampiran 2. Titik Minatan	94
	Lampiran 3. Log Geolistrik.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Luas Penggunaan Lahan Kota Semarang	13
Tabel 2.2	Kepadatan Penduduk di Kota Semarang tahun 2015 (BPS Kota Semarang, 2016).....	17
Tabel 2.3	Nilai Konduktivitas Hidrolika Batuan	20
Tabel 2.4	Nilai Resitivitas dari berbagai Tipe Batuan.....	28
Tabel 2.5	Proses yang mempengaruhi jumlah konsentrasi di bawah permukaan (Morris, dkk. 2003).....	30
Tabel 2.6	Nilai Klasifikasi Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran Metode <i>GOD</i>	33
Tabel 2.7	Nilai Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran Metode <i>AVI</i>	34
Tabel 2.8	Nilai Tata Guna Lahan (Hendrayana, 2015, dimodifikasi)	35
Tabel 4.1	Pendugaan Jenis Litologi Batuan berdasarkan Nilai Resistivitasnya	45
Tabel 4.2	Pembobotan Jenis Akuifer.....	54
Tabel 4.3	Pembobotan Jenis Litologi Penutup Akuifer.....	57
Tabel 4.4	Nilai Pembobotan Kedalaman Muka Airtanah (MAT)	59
Tabel 4.5	Ketebalan Lapisan Batuan Penutup Akuifer	62
Tabel 4.6	Nilai Konduktivitas Hidrolika Lapisan Penutup Akuifer..	63
Tabel 4.7	Tingkat Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran dan Persebarannya (Metode <i>GOD</i>)	66
Tabel 4.8	Tingkat Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran dan Persebarannya (Metode <i>AVI</i>).....	72
Tabel 4.9	Perbandingan Metode <i>GOD</i> dan Metode <i>AVI</i>	74
Tabel 4.10	Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran dan Persebarannya (Metode <i>GOD</i>)	76
Tabel 4.11	Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran dan Persebarannya Metode <i>AVI</i>).....	80
Tabel 4.12	Perbandingan Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran antara Metode <i>GOD</i> dan Metode <i>AVI</i>	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Administrasi Kota Semarang.....	5
Gambar 2.1	Peta Geologi Regional Kota Semarang	9
Gambar 2.2	Peta Kelerengan Lahan Kota Semarang	11
Gambar 2.3	Peta Tata Guna Lahan Kota Semarang.....	14
Gambar 2.4	Grafik Pertumbuhan Penduduk Kota Semarang 2011-2015 (Sumber: Kota Semarang dalam Angka 2015 BPS Kota Semarang	15
Gambar 2.5	Grafik Pertambahan Kepadatan Penduduk Kota Semarang	16
Gambar 2.6	Ilustrasi Jenis Akuifer menurut Kruseman dan deRieder..	19
Gambar 2.7	Peta Hidrogeologi Regional	22
Gambar 2.8	Skema Pemurnian secara Alamiah	24
Gambar 2.9	Siklus Elektrik Determinasi Resistivitas dan Lapangan Elektrik Untuk Stratum Homogenous Permukaan Bawah Tanah (Todd, 1980)	26
Gambar 2.10	Konfigurasi Elektroda Pada Konfigurasi Schlumberger untuk Pendugaan Vertikal (Karanth 1987 dalam Pujomiaro, 2014).....	26
Gambar 2.11	Skema Perhitungan dalam Metode GOD	31
Gambar 2.12	Nilai pembobotan parameter dalam metode <i>GOD</i> (Foster, 1987 dalam Dassargues & Gogu, 2000)	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1	Peta Persebaran Data Sumur Gali.....	40
Gambar 4.2	Peta Persebaran Lokasi Titik Geolistrik	41
Gambar 4.3	Pengambilan Data Sumur Dangkal SG-14 di Ds. Podorejo, Kec. Ngaliyan, Semarang	42
Gambar 4.4	Pengambilan Data Sumur Dangkal SG-20 di Ds. Pesantren Kec. Mijen, Semarang	42
Gambar 4.5	Penampang Litostratigrafi Kota Semarang	46
Gambar 4.6	Penampang Hidrostratigrafi Kota Semarang.....	47
Gambar 4.7	Peta Persebaran Jenis Akuifer	55
Gambar 4.8	Peta Jenis Litologi Penutup Akuifer.....	58
Gambar 4.9	Peta Kedalaman Muka Airtanah (MAT)	60
Gambar 4.10	Peta Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran (<i>GOD</i>)..	65
Gambar 4.11	Peta Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran (<i>AVI</i>)....	71
Gambar 4.12	Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang.....	75
Gambar 4.13	Peta Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran Metode <i>GOD</i>	78
Gambar 4.14	Peta Risiko Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran Metode <i>AVI</i>	82

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Nilai Ketahanan Hidrolik (c)	34
--	----