

**ANALISIS MULTIVARIAT DAN ANALISIS SPASIAL  
UNTUK PENILAIAN HIDROKIMIA AIR TANAH DANGKAL  
DI KOTA SEMARANG**



**Tesis**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada  
Program Studi Ilmu Lingkungan

**Tri Retnaning Nur Amanah  
30000117410013**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEORO  
SEMARANG  
2019**

**TESIS**

**ANALISIS MULTIVARIAT DAN ANALISIS SPASIAL UNTUK  
PENILAIAN HIDROKIMIA AIR TANAH DANGKAL DI KOTA  
SEMARANG**

Disusun Oleh

Tri Retnaning Nur Amanah  
30000117410013

Semarang, Agustus 2019

Mengetahui,  
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. rer,nat Thomas Triadi P, S.T., M.Eng.  
NIP 197712112005011002

Pembimbing II



Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si  
NIP 19691120 200604 1 001

Dekan  
Sekolah Pascasarjana  
Universitas Diponegoro

Ketua Program Studi  
Magister Ilmu Lingkungan  
Universitas Diponegoro

Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum  
NIP 196701011991031005

Dr. Eng. Maryono, S.T, M.T  
NIP 197508112000121001

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS MULTIVARIAT DAN ANALISIS SPASIAL UNTUK PENILAIAN HIDROKIMIA AIR TANAH DANGKAL DI KOTA SEMARANG

Disusun Oleh

Tri Retnaning Nur Amanah  
30000117410013

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 20 Agustus 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

**Ketua**

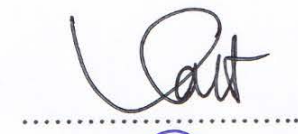
Dr. Hartuti Purnaweni,MPA

Tanda Tangan

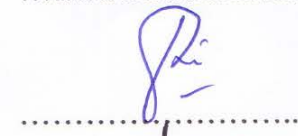


**Anggota**

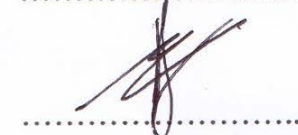
Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si



Dr. rer,nat Thomas Triadi P, S.T., M.Eng.



Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si



## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Studi Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumber nya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang yang berlaku.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

Tri Retnaning Nur Amanah  
30000117410013

## RIWAYAT HIDUP



Tri Retnaning Nur Amanah lahir di Semarang pada tanggal 5 Desember 1990, yang merupakan putri ketiga dari empat bersaudara pasangan Bapak Rifa'I dan Ibu Sri Ngatinah. Penulis menempuh pendidikan pada Taman Kanak-kanak pada tahun 1994 di TK Masyitoh, pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 1995 di SD Sidorejo Kidul 02, pendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama pada tahun 2001 di SLTP Negeri 8 Salatiga dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tenganan pada tahun 2004. Pada tahun 2009 penulis diterima di Universitas Diponegoro (UNDIP), Departemen Statistika melalui jalur SBMPTN. Pendidikan jejang S1 Departemen Statistika UNDIP ditempuh selama 6 tahun. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana di Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena limpahan hidayah dan inayah-Nya sehingga tesis yang berjudul "Analisis Multivariat dan Analisis Spasial untuk PENILAIAN HIDROKIMIA AIR TANAH DANGKAL DI KOTA Semarang", ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S2 pada Program Studi Ilmu Lingkungan, pada Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Harapan dari penulis bahwa tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang Pencemaran Air Tanah di Kota Semarang. Penulis menyadari berbagai kekurangan dalam penulisan tesis ini. Untuk itu, penulis mengharapkan berbagai masukan demi perbaikan dalam segala seginya. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Cukuplah Allah bagiku dan hanya kepada Nya aku bertawakal
2. Jangan pernah berhenti karena di setiap kesulitan ada kemudahan
3. Bersabarlah, kuatkan kesabaran serta bertawaqalah dan perbanyak mengingat Allah supaya engkau beruntung

### **PERSEMBAHAN**

Tesis ini saya persembahkan kepada:

1. Yang utama dari segalanya, sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang telah memberikan kekuatan, membekali dengan ilmu serta memberikan kemudahan sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan ke haribaan Rasulullah Muhammad SAW.
2. Suami tercinta Jeffri Lukmana Lazaroni dan putri tersayang Ayra Mafaza Lazanata yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis
3. Kedua orang tua saya Bapak Rifa'i dan Ibu Sri Ngatinah, kedua mertua saya Bapak Karnoto dan Ibu Siti Muajanah serta kakak dan adik saya yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan nasehat kepada penulis
4. Seluruh Dosen Pengajar di Magister Ilmu Lingkungan , terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berarti.
5. Teman - teman Magister Ilmu Lingkungan yang telah banyak memberikan bantuan dan kerja samanya selama ini, sukses untuk kita semua.

## Abstrak

Kota Semarang sebagai Ibu Kota Jawa Tengah mempunyai perkembangan perdagangan, pariwisata, industri dan pendidikan yang sangat pesat serta penambahan penduduk yang semakin meningkat membuat kebutuhan akan air semakin lama semakin bertambah. Eksploitasi air tanah yang berlebihan dan pembuangan limbah yang tidak terencana menyebabkan penurunan kualitas air tanah. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kualitas air tanah, faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas air tanah serta menggambarkan sebaran air tanah dan cemaran air tanah di Kota Semarang. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif meliputi analisis deskriptif, *Principal Component Analysis* (PCA), *Hierarchical Clustering Analysis* (HCA) dan *Ordinary Kriging*. Penelitian dilakukan di wilayah pesisir Kota Semarang dengan tiga puluh sampel. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar air tanah di wilayah pesisir Kota Semarang tidak memenuhi standar kualitas baku mutu air minum. Dari analisis PCA dan HCA didapatkan tiga faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah yaitu faktor intrusi air laut, faktor kependudukan, dan faktor industri. Sebaran konsentrasi  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  mempunyai konsentrasi paling tinggi berada di bagian timur wilayah penelitian yaitu Kecamatan Genuk semakin ke arah barat wilayah penelitian konsentrasinya semakin kecil. Sebaran lokasi sampel menunjukkan bahwa penurunan kualitas air tanah di Kecamatan Genuk merupakan dampak dari intrusi air laut sedangkan yang lain dipengaruhi oleh kependudukan.

**Kata Kunci : Kualitas air tanah, PCA, HCA, Ordinary Kriging, Kota Semarang**



## **ABSTRACT**

Semarang is the center of Central Java which has quick trade, tourism, industry, and education development with high rate citizen growth. It causes them needing more water. Excessive groundwater consumption and poorly planned waste cause digression of groundwater quality. This research aims to analyze groundwater quality, its digressive influential factors, and description of groundwater and its pollution distribution in Semarang. This method used descriptive quantitative covering descriptive analysis, Principal Component Analysis (PCA), Hierarchical Clustering Analysis (HCA) and Ordinary Kriging. This research was done in Semarang by with thirty samples. The findings showed most of groundwater there did not meet the standard requirement of drinkable water. PCA and HCA analysis showed three influential factors, such as oceanic nutrition, inhabitant, and industry. The distribution of  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  concentrations were known highest in eastern side of the city, exactly in Genuk district. Meanwhile, the western side had lower concentrations. The distribution of the sample location showed digression of groundwater quality in Genuk District which was impacts of oceanic intrusion. Meanwhile, the other factors were density and rate of inhabitants.

**Keywords: Groundwater Quality, PCA, HCA, Ordinary Kriging, Semarang City**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN PENULIS .....	iii
RIWAYAT PENULIS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
SARI.....	vii
ABSTRAC .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Peneitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Keaslian Penelitian .....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Lingkungan Hidup .....	12
2.1.1 Pengertian Lingkungan Hidup .....	12
2.1.2 Pengelolaan Lingkungan Hidup.....	13
2.1.2 Pencemaran Air.....	16
2.2 Air Tanah .....	17
2.2.1 Kualitas Air.....	18
2.2.2 DHL (Konduktivitas).....	19
2.2.3 pH (Derajat Keasaman) .....	20
2.2.4 CaCO <sub>3</sub> (Kalsium Karbonat).....	21
2.2.5 Kalsium (Ca <sup>2+</sup> ).....	22
2.2.6 Magnesium (Mg <sup>2+</sup> ).....	23
2.2.7 Besi (Fe <sup>2+</sup> ).....	24
2.2.8 Mangan (Mn <sup>2+</sup> ) .....	25
2.2.9 Kalium (K <sup>+</sup> ) .....	26
2.2.10 Natrium (Na <sup>+</sup> ) .....	27
2.2.11 Amonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	28
2.2.12 Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	29
2.2.13 Khlorida (Cl <sup>-</sup> ).....	29
2.2.14 Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ).....	30
2.2.15 Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) dan Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	31

2.2.16 Total Dissolved Solid (TDS) .....	33
2.3 Analisis Multivariat.....	34
2.3.1 Analisis Cluster.....	34
2.3.2 Hierarchical Clustering Analysis (HCA).....	35
2.3.3 Principal Component Analysis (PCA).....	40
2.4 Analisis Spasial).....	45
2.4.1 Sistem Informasi Geografis .....	45
2.4.2 Metode Interpolasi .....	45
2.4.3 Ordinay Kriging.....	46
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	52
3.2 Diagram Alir .....	53
3.3 Populasi dan Sampel .....	53
3.4 Variabel Penelitian .....	53
3.5 Data Penelitian.....	55
3.6 Metode Pengumpulan Data .....	55
3.7 Analisis Data .....	55
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	57
4.2 Kualitas Air Tanah Dangkal Di Dataran Alluvial Kota Semarang .....	58
4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Air Tanah Dangkal Di Dataran Alluvial Kota Semarang .....	65
4.4 Sebaran Cemar Air Tanah Dangkal Di Dataran Alluvial Kota Semarang .....	72
4.4.1 Sebaran $\text{CaCO}_3$ .....	73
4.4.2 Sebaran $\text{Mg}^{2+}$ .....	74
4.4.3 Sebaran $\text{Na}^+$ .....	75
4.4.4 Sebaran $\text{Cl}^-$ .....	77
4.5 Sebaran Air Tanah Dangkal Di Dataran Alluvial Kota Semarang .....	81
4.5.1 Sebaran Air Tanah Berdasarkan Faktor Interusi Air Laut .....	83
4.5.2 Sebaran Air Tanah Berdasarkan Faktor Kependudukan .....	86
4.5.3 Sebaran Air Tanah Berdasarkan Faktor Industri .....	89
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	94
5.2 Saran .....	96
5.2.1 Saran Teoritis .....	96
5.2.2 Saran Praktis .....	96
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>98</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Standardisasi Data HCA.....	36
Gambar 2.2 Data yang akan Dideskripsikan.....	36
Gambar 2.3 Sub Menu Hierarchical Cluster.....	37
Gambar 2.4 Pengelompokan Data Berdasarkan Variabel.....	37
Gambar 2.5 Pengelompokan Data Berdasarkan Lokasi Sampel.....	38
Gambar 2.6 Pemilihan Metode Statistik Dalam Hca .....	38
Gambar 2.7 Pemilihan Plot Dalam Hca .....	39
Gambar 2.8 Pemilihan Metode Berdasarkan Variabel.....	39
Gambar 2.9 Pemilihan Metode Berdasarkan Lokasi.....	40
Gambar 2.10 Pemilihan Data Reduksi .....	42
Gambar 2.11 Pemasukan Variabel Pca .....	43
Gambar 2.12 Pemilihan Satsistic Dalam Pca.....	43
Gambar 2.13 Pemilihan Ekstraksi Dan Iterasi Data.....	44
Gambar 2.14 Pemilihan Rotasi Dan Metode (Pca) .....	44
Gambar 2.15 Pemilihan Untuk Memunculkan Factor Skor (Pca) .....	45
Gambar 2.16 Memasukkan Data Interpolasi.....	47
Gambar 2.17 Pemilihan Metode Dalam Arctoolbox.....	47
Gambar 2.18 Input Data yang akan Diinterpolasi <i>Kriging</i> .....	48
Gambar 2.19 Pemilihan Untuk Memotong Sesuai Keinginan .....	48
Gambar 2.20 Menyesuaikan Data Yang Akan Dipotong .....	49
Gambar 2.21 Penyesuaian Ekstrasi Data .....	49
Gambar 2.22 Pemotongan Peta Sesuai Yang Dikehendaki .....	50
Gambar 2.23 Pemilihan Dalam Pembuatan Kontur.....	50
Gambar 2.24 Memasukkan Interval Kontur Yang Diinginkan.....	51
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	54
Gambar 4.1 Peta Geologi Kota Semarang .....	60
Gambar 4.2 Faktor Pencemar Air Tanah .....	73
Gambar 4.3 Peta Sebaran $\text{CaCO}_3$ di Kota Semarang.....	74
Gambar 4.4 Peta Sebaran $\text{Mg}^{2+}$ di Kota Semarang.....	76
Gambar 4.5 Peta Sebaran $\text{Na}^+$ di Kota Semarang.....	77
Gambar 4.6 Peta Sebaran $\text{Cl}^-$ di Kota Semarang.....	79
Gambar 4.7 Peta Tata Guna Lahan .....	82
Gambar 4.8 Klaster Sampel Berdasarkan Faktor Intrusi .....	84
Gambar 4.9 Peta Sebaran Lokasi Sampel Berdasarkan Faktor Intrusi Air Laut. ....	85
Gambar 4.10 Klaster Sampel Berdasarkan Faktor Kependudukan.....	88
Gambar 4.11 Peta Sebaran Lokasi Sampel Berdasarkan Faktor Kependudukan .....	89
Gambar 4.12 Klaster Sampel Berdasarkan Faktor Industri .....	90
Gambar 4.13 Peta Sebaran Lokasi Sampel Berdasarkan Faktor Industri .....	91



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penulisan .....	8
Tabel 2.1 Standar Baku Kualitas Air .....	18
Tabel 2.2 Klasifikasi Jenis Air Tanah Berdasarkan DHL.....	20
Tabel 2.3 Klasifikasi Tingkat Kesadahan .....	21
Tabel 2.4 Pengaruh Berbagai Konsentrasi Amonium yang Ditimbulkan pada Manusia .....	29
Tabel 2.5 Klasifikasi Air Berdasarkan TDS .....	33
Tabel 4.1 Lokasi Penelitian.....	59
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Sumur Berdasarkan Permenkes No 492 Tahun 2010.....	61
Tabel 4.3 Hasil Kmo and Bartlett's Test 1 .....	66
Tabel 4.4 Nilai MSA Tahap 1 .....	66
Tabel 4.5 Hasil Kmo dan Bartlett's Test 2 .....	67
Tabel 4.6 Nilai MSA Tahap 2 .....	67
Tabel 4.7 Korelasi Antar Variable .....	68
Tabel 4.8 Nilai Komunalitas .....	69
Tabel 4.9 Hasil Uji Total Variance Explained .....	70
Tabel 4.10 Hasil Uji Component Matrix.....	71
Tabel 4.11 Rotasi Matriks .....	71
Tabel 4.12 Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Penduduk .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 PCA Tahap 1 .....	107
Lampiran 2 PCA Tahap 2 .....	112
Lampiran 3 HCA (Faktor).....	117
Lampiran 4 HCA Lokasi Sampel Berdasarkan Faktor Intrusi.....	119
Lampiran 5 HCA Lokasi Sampel Berdasarkan Faktor Kependudukan .....	121
Lampiran 6 HCA Lokasi Sampel Berdasarkan Faktor Industri.....	123
Data Hidrokimia.....	125