

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU *PEER REVIEW*
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

Jumlah Penulis : 3 orang (**Thomas Triadi Putranto**, Rinal Khaidar Ali, Aji Bagus Putro)

Status Pengusul : penulis ke-1 (Penulis Korespondensi)

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Ilmu Lingkungan
- b. Nomor ISSN : P/E-ISSN: 1829-8907
- c. Vol, No., Bln Thn : Vol 17, No 1 (2019): April 2019
- d. Penerbit : Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.159-171>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513/pdf>
- g. Terindex : Sinta 2, DOAJ

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah :

☐
☒
☐

 Jurnal Ilmiah Internasional
(beri ✓ pada kategori yang tepat)

☒
☐

 Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi

☐

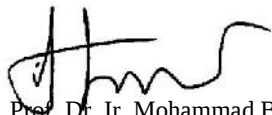
 Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Reviewer		Nilai Rata-rata
	Reviewer I	Reviewer II	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)	2,50	2,50	2,50
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	5,50	6,00	5,75
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	6,00	6,00	6,00
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	6,50	7,50	7,00
Total = (100%)	20,50	22,00	21,25
Nilai Pengusul = (60% x 21,25) = 12,75			

Semarang,

Reviewer 2



Prof. Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS
NIP. 19581126 198609 1 001
Unit Kerja : Teknik Pengairan FT
Universitas Brawijaya

Reviewer 1



Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil
NIP. 19800428 200512 1 001
Unit Kerja : Departemen Teknik Geologi FT
Universitas Hasanuddin

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

Jumlah Penulis : 3 orang (**Thomas Triadi Putranto**, Rinal Khaidar Ali, Aji Bagas Putro)

Status Pengusul : penulis ke-1 (Penulis Korespondensi)

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Ilmu Lingkungan
- b. Nomor ISSN : P/E-ISSN: 1829-8907
- c. Vol, No., Bln Thn : Vol 17, No 1 (2019): April 2019
- d. Penerbit : Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.159-171>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513/pdf>
- g. Terindex : Sinta 2, DOAJ

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☒ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☐ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional ☐	Nasional Terakreditasi 25	Nasional Tidak Terakreditasi ☐	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)		2,50		2,5
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		7,50		5,5
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		7,50		6
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)		7,50		6,5
Total = (100%)		25,00		20,5
Nilai Pengusul = (60% x ...20,5.....) = ...12,3.....				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

1. Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:

Artikel telah ditulis dengan mengikuti guide for author dari jurnal yang meliputi : Judul, Latar Belakang, Geologi Regional, Hidrogeologi Regional, Metode DRASTIC, Metodologi, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Saran, Daftar Pustaka).

2. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:

Artikel membahas tentang analisis penilaian kerentanan airtanah terhadap pencemaran dengan menggunakan metode DRASTIC. Lokasi pengambilan data yaitu di daerah CAT Karanganyar Boyolali. Hasil analisis disajikan secara spasial dalam bentuk peta tematik dan tabulasi level kerentanan airtanah.

3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:

Data yang digunakan dalam penelitian ini cukup up date dan merupakan data yang primer di lapangan. Metodologi yang digunakan yaitu dengan pengambilan data primer di lapangan yang kemudian di olah dengan menggunakan metode DRASTIC. Sumber referensi cukup up date dimana sebanyak 25 dari 31 referensi diterbitkan 10 tahun terakhir. Metodologi yang digunakan merupakan kombinasi data primer lapangan dan analisis spasial untuk penentuan zona kerentanan airtanah terhadap pencemaran menggunakan metode DRASTIC.

4. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:

Merupakan jurnal terindeks SINTA-2 (jurnal ilmiah nasional terakreditasi) namun, belum terindeks scopus. Jurnal di terbitkan oleh Sekolah Pasca Sarjana UNDIP.

Semarang,
 Reviewer 1



Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T, M.Phil
 NIP. 19800428 200512 1 001
 Unit Kerja : Departemen Teknik Geologi FT
 Universitas Hasanuddin

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

Jumlah Penulis : 3 orang (Thomas Triadi Putranto, Rinal Khaidar Ali, Aji Bagas Putro)

Status Pengusul : penulis ke-1 (Penulis Korespondensi)

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Ilmu Lingkungan
- b. Nomor ISSN : P/E-ISSN: 1829-8907
- c. Vol, No., Bln Thn : Vol 17, No 1 (2019): April 2019
- d. Penerbit : Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.159-171>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513/pdf>
- g. Terindex : Sinta 2, DOAJ

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☒ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☐ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian Peer Review :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional ☐	Nasional Terakreditasi ☐ 25	Nasional Tidak Terakreditasi ☐	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)		2,50		2,5
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		7,50		6
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		7,50		6
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)		7,50		7,5
Total = (100%)		25,00		22
Nilai Pengusul = (60% x ...22.....) =13,2...				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

1. Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:

Sesuai dengan "Guide for Author" (Judul, Latar Belakang, Geologi Regional, Hidrogeologi Regional, Kerentanan Airtanah, Metode DRASTIC, Metodologi, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Saran, Daftar Pustaka). Substansi artikel sesuai bidang Teknik Geologi khususnya Hidrogeologi.

2. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:

Ruang lingkup paper terkait menganalisis kerentanan airtanah terhadap pencemaran secara spasial. Penilaian kerentanan airtanah terhadap kontaminan dapat diketahui dengan menggunakan metode DRASTIC. Metode DRASTIC merupakan metode pembobotan dari hasil berbagai macam parameter. Parameter didapatkan dari data primer pemetaan hidrogeologi di lokasi studi CAT Karanganyar Boyolali. Hasil disajikan dalam peta tematik semua parameter dan tabel untuk mengetahui level kerentanan airtanah terhadap pencemaran menggunakan metode DRASTIC.

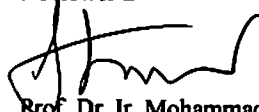
3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:

Kecukupan dan kemutakhiran informasi dijelaskan dalam introduction dan methodology. Referensi menggunakan 10 tahun terakhir sebanyak 25 dari 31. Metodologi yang digunakan merupakan kombinasi data primer lapangan dan analisis spasial untuk penentuan zona kerentanan airtanah terhadap pencemaran menggunakan metode DRASTIC.

4. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:

Jurnal tergolong dalam Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi Sinta 2, ISSN: 1829-8907, yang diterbitkan oleh Sekolah Pasca Sarjana UNDIP.

Semarang,
 Reviewer 2



Prof. Dr. Ir. Mohammad Bisri, MS.
 NIP. 19581126 198609 1 001
 Unit Kerja : Teknik Pengairan FT
 Universitas Brawijaya

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi



Kutipan dari Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia
Nomor: 30/E/KPT/2018
Tentang Hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 2 Tahun 2018

Jurnal Ilmu Lingkungan

E-ISSN: 18298907

Penerbit: Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 2

Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun, yaitu

Volume 15 Nomor 2 Tahun 2017 sampai Volume 19 Nomor 2 Tahun 2021

Jakarta, 24 Oktober 2018

Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan

Dr. Muhammad Dimiyati
NIP. 195912171984021001





- i** Current issue: **Vol 20, No 2 (2022): April 2022** (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/issue/current>) | **Archives** (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/issue/archive>) | **Start Submission** (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/submissions>)
- i** Forthcoming issue: **Vol 20, No 3 (2022): July 2022** (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/issue/forthComing>)



Jurnal Ilmu Lingkungan (P/E-ISSN: 1829-8907) is a scientific journal accredited **SINTA 2** by The Ministry of Education, Research, Research and Technology (SK No. 164/E / KPT / 2021) published by Graduate Program of Environmental Sciences, School of Postgraduate Studies, Diponegoro University. The journal was purposed as a medium for disseminating research results in the form of full research article, short communication and review article on aspects of environmental sciences.

Jurnal Ilmu Lingkungan accepts articles in **Bahasa Indonesia or English** covering several topics of environmental studies including Environmental Management, Environmental Ecology, Conservation of Natural Resources and Environment, Development and Environment, Environmental Impact Analysis, Planning and Environmental Administration, Environmental Health, Environmental Engineering and Environmental Pollution, and

Environmental Information Systems.

Till 2021, the journal periodically publishes three issues in a year on April, August and November, and starting on 2022, the journal is publishing four times issues per year (January, April, July, Oct).

Jurnal Ilmu Lingkungan (E-ISSN: 1829-8907) has been indexed by:

DOAJ (Directory of Open Access Journal) (<https://doaj.org/toc/1829-8907>), **Google Scholar** (<https://scholar.google.com/citations?user=QJOsolMAAAAJ&hl=id>), **Dimension**, (https://app.dimensions.ai/discover/publication?and_facet_source_title=jour.1159814) and **Indonesian Publication Index (IPI)** (<http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewjournal&journal=1315>), **CrossRef** (<http://search.crossref.org/?q=Ilmu+Lingkungan&publication=Jurnal+Ilmu+Lingkungan>), **Sinta** (<http://sinta1.ristekdikti.go.id/index.php?ref=journal&mod=profile&journal=1315>).

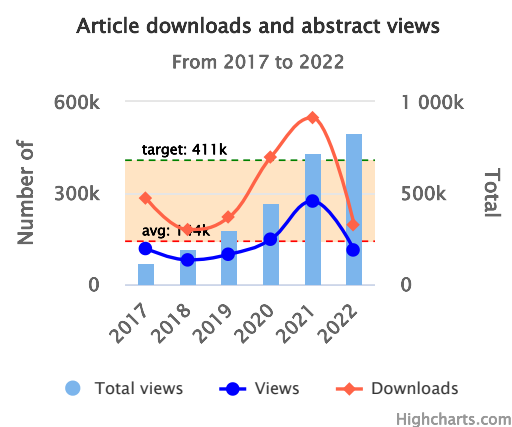
google scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=QJOsolMAAAAJ&hl=id>) **doaj** (<https://doaj.org/toc/1829-8907>)

Crossref (<http://search.crossref.org/?q=Ilmu+Lingkungan&publication=Jurnal+Ilmu+Lingkungan>) **ipi**

(<http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewjournal&journal=1315>) **sinta**

(<http://sinta1.ristekdikti.go.id/index.php?ref=journal&mod=profile&journal=1315>)

Dimensions (https://app.dimensions.ai/discover/publication?and_facet_source_title=jour.1159814)



(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/stats>)



(.)



(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/stats>)

Recent articles (#tabRecent)

Most cited articles (#tabCited)

Contact (#tabContact)

POLICY AND INFORMATION

Aims and Scope
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialPolicy>)

Peer Review Policy
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialPolicy>)

Author Guidelines
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/submissions#a>)

Editorial Board
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialTeam>)

Abstract/Indexing
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/pages/view/Indexing>)

Ethics Statement
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/pages/view/publicati>)

Open Access Statement
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialPolicy>)

Plagiarism Policy
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/pages/view/plagiaris>)

Copyright and license
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/pages/view/copyrigh>)

Article Processing Charge
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/submissions#a>)

Contact Us
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/contact>)

ACCREDITATION



(<https://www.qries.com/>)



(<https://www.qries.com/>)



[Home \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/index\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/index) / [About the Journal \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about) / [Editorial Team \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialTeam\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialTeam)

Editorial Team

People > [Editorial Team \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialTeam\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/editorialTeam) | [Reviewers \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/displayMembership/389/0\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/about/displayMembership/389/0)

Editor in Chief



Dr. Budi Warsito (ScopusID: [57188561936 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57188561936\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57188561936))
Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia

Editorial Board

- Prof. Jerry Miller**
Department of Geosciences and Natural Resources, [Western Carolina University, United States](#)

Prof. Dr. H. Hadiyanto (ScopusID: [7409585558 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7409585558\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7409585558))
[id \(http://orcid.org/0000-0003-0074-7078\)](http://orcid.org/0000-0003-0074-7078), [p \(https://publons.com/researcher/1269176\)](https://publons.com/researcher/1269176) Center of Biomass and Renewable Energy (CBIORE), Diponegoro University, Indonesia

Prof Peter Gell (ScopusID: [7004028173 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004028173\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004028173))
Environmental and Geoscience, Faculty of Science and Technology, [Federation University Asutralia, Australia](#)

Dr Lilibeth A Bucol (ScopusID: [5720424518 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=5720424518\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=5720424518))
[id \(https://orcid.org/0000-0002-7265-7111\)](https://orcid.org/0000-0002-7265-7111) Biology Department, [Negros Oriental State University, Kagawasan Ave., Dumaguete City, Philippines](#)

Mochamad Arief Budihardjo (ScopusID: [56495416600 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56495416600\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56495416600))
Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Prof. Dr. P Purwanto (ScopusID: [56096290700 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56096290700\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56096290700))
Doctoral Program of Environmental Science, School of Postgraduate Studies, Diponegoro University, Indonesia, Indonesia

Prof. Tri Retnaningsih Soeprbowati (ScopusID: [55339731500 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55339731500\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55339731500))
Department of Biology, Faculty of Sains and Mathematics, Diponegoro University, Indonesia

Dr. Widada Sulistya (ScopusID: [57189756701 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189756701\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189756701))
[Deputi Bidang Klimatologi, Jakarta, Indonesia](#)

Dr Hartuti Purnaweni (ScopusID: [57194066861 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194066861\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194066861))
Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Indonesia

Dr S Sunardi (ScopusID: [7409958211 \(http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7409958211\)](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7409958211))
Department of Biology and the Institute of Ecology, [Padjadjaran University, Indonesia](#)

POLICY AND INFORMATION

- [Aims and Scope \(/index.php/ilmulingkungan/about/editorialPolicy\)](#)
- [Peer Review Policy \(/index.php/ilmulingkungan/about/editorialPolicy\)](#)
- [Author Guidelines \(/index.php/ilmulingkungan/about/submissions#a\)](#)
- [Editorial Board \(/index.php/ilmulingkungan/about/editorialTeam\)](#)
- [Abstract/Indexing \(/index.php/ilmulingkungan/pages/view/Indexing\)](#)
- [Ethics Statement \(/index.php/ilmulingkungan/pages/view/publicati\)](#)
- [Open Access Statement \(/index.php/ilmulingkungan/about/editorialPolicy\)](#)
- [Plagiarism Policy \(/index.php/ilmulingkungan/pages/view/plagiaris\)](#)
- [Copyright and license \(/index.php/ilmulingkungan/pages/view/copyrigh\)](#)
- [Article Processing Charge \(/index.php/ilmulingkungan/about/submissions#a\)](#)
- [Contact Us \(/index.php/ilmulingkungan/about/contact\)](#)

ACCREDITATION



[\(https://www.qries.com/\)](https://www.qries.com/)



[\(https://www.qries.com/\)](https://www.qries.com/)

00741579 [View My Stats](#)



JURNAL ILMU LINGKUNGAN ISSN:1829-8907 by Graduate Program of Environmental Studies, School of Postgraduate Studies is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#). Based on a work at www.undip.ac.id.

Copyright ©2022 [Universitas Diponegoro](#). Powered by [Public Knowledge Project OJS](#) and [Mason Publishing OJS theme](#).



Home (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/index>) / Archives (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/issue/archive>) / Vol 17, No 1 (2019) (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/issue/view/2572>)

Vol 17, No 1 (2019): April 2019

Table of Contents

Research Article

PERMEABILITAS TANAH BERBAGAI TIPE PENGGUNAAN LAHAN DI TANAH ALUVIAL PESISIR DAS CIMANUK, INDRAMAYU (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111) Asep Mulyono, Anna Fadlilah Rusydi, Hilda Lestiana  2 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.1-6?domain=https://ejournal.undip.ac.id) Language: ID (#) DOI: 10.14710/jil.17.1.1-6 (https://doi.org/10.14710/jil.17.1.1-6) ⌚ Received: 22 Jan 2017; Published: 29 May 2019.	(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111/pdf)
Analisis Iklim Ekstrim Untuk Deteksi Perubahan Iklim Di Sumatera Barat (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/18018) Sugeng Nugroho  5 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.7-14?domain=https://ejournal.undip.ac.id) Language: ID (#) DOI: 10.14710/jil.17.1.7-14 (https://doi.org/10.14710/jil.17.1.7-14) ⌚ Received: 14 Mar 2018; Published: 29 May 2019.	(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/18018/pdf)
Analisis Kedalaman dan Kualitas Air Tanah di Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/18845) Aang Panji Permana  4 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.15-22?domain=https://ejournal.undip.ac.id) Language: ID (#) DOI: 10.14710/jil.17.1.15-22 (https://doi.org/10.14710/jil.17.1.15-22) ⌚ Received: 4 May 2018; Published: 29 May 2019.	(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/18845/pdf)
KOMPARASI NILAI EKONOMI AIR IRIGASI DARI DAERAH ALIRAN SUNGAI BERHUTAN DAN TIDAK BERHUTAN (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19250) Purwanto Purwanto  0 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.23-31?domain=https://ejournal.undip.ac.id) Language: ID (#) DOI: 10.14710/jil.17.1.23-31 (https://doi.org/10.14710/jil.17.1.23-31) ⌚ Received: 14 Jun 2018; Published: 29 May 2019.	(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19250/pdf)
Analisis Potensi Kawasan Laiwangi Wanggameti di Taman Nasional Matalawa Untuk Arahkan Pengembangan Ekowisata (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19454) Melvi Reimon Mangngi Tiga, Eka Intan Kumala Putri, Meti Ekayani  2 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.32-41?domain=https://ejournal.undip.ac.id) Language: ID (#) DOI: 10.14710/jil.17.1.32-41 (https://doi.org/10.14710/jil.17.1.32-41) ⌚ Received: 6 Jul 2018; Published: 29 May 2019.	(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19454/pdf)
ESTIMASI DANA MASYAKARAT MELALUI VALUASI EKONOMI KERUSAKAN TERUMBU KARANG DI DESA POKA KOTA AMBON (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19531) Eygnér Talakua  1 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.42-50?domain=https://ejournal.undip.ac.id) Language: ID (#) DOI: 10.14710/jil.17.1.42-50 (https://doi.org/10.14710/jil.17.1.42-50) ⌚ Received: 14 Jul 2018; Published: 29 May 2019.	(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19531/pdf)

General information
(#issueInfo)

Published:	29-05-2019
Total Articles: (including Editorial)	21
Total Authors:	55

Total affiliation countries (3)
(#issueCountry)

 PDF	ons (33)
	1-6

Issues list

> Accepted Articles (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 20, No 4 (2022): October 2022 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 20, No 3 (2022): July 2022 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 20, No 2 (2022): April 2022 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 20, No 1 (2022): January 2022 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 19, No 3 (2021): November 2021 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 19, No 2 (2021): Agustus 2021 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 19, No 1 (2021): April 2021 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Vol 18, No 3 (2020): November 2020 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
> Complete issues (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/13111)	
	23-31
Most cited articles	
> IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PEMBANGUNAN DAN PENATAAN SANITASI PERKOTAAN MELALUI PROGRAM SANITASI LINGKUNGAN BERBASIS PATEN	
	32-41
	AP RBASIS AI S
	:.id/index.php/ilmulingku
> Emisi Gas Rumah Kaca dan Hasil Padi dari Cara Olah Tanah dan Pemberian Herbisida Di Lahan Sawah MK 2015 (https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19531)	
> Pengembangan Potensi Energi Alternatif Dengan Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Di Kabupaten Kotawaringin Timur	

PENENTUAN PRIORITAS PENANGANAN BANJIR GENANGAN BERDASARKAN TINGKAT KERAWANAN MENGGUNAKAN TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX Studi Kasus di DAS Solo
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/19911>)



113-119

Arina Miardini, Grace Serepina Saragih

0 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.113-119?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **ID (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.113-119**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.113-119>)

Received: 13 Aug 2018; Published: 29 May 2019.

Penilaian aliran limbah elektronika di DKI Jakarta menggunakan Material Flow Analysis (MFA)
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/20950>)



120-129

Dino Rimantho, Erliza Noor, Eriyatno Eriyatno, Hefni Effendi

1 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.120-129?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **ID (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.120-129**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.120-129>)

Received: 7 Nov 2018; Published: 29 May 2019.

Perubahan Tutupan Lahan Akibat Ekspansi Perkebunan Kelapa Sawit: Dampak Sosial, Ekonomi dan Ekologi
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22511>)



130-139

Rizka Amalia, Arya Hadi Dharmawan, Lilik Budi Prasetyo, Pablo Pacheco

10 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.130-139?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **ID (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.130-139**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.130-139>)

Received: 25 Mar 2019; Published: 29 May 2019.

Identifikasi Kawasan Pertambangan Timah Menggunakan Data Satelit Sentinel – 1 dengan Metode Object Based Image Analysis (OBIA)
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/21159>)



140-148

Udhi C Nugroho, Dony Kushardono, Esthi K Dewi

0 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.140-148?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **ID (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.140-148**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.140-148>)

Received: 22 Nov 2018; Published: 29 May 2019.

Penerapan Paket Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Mengurangi Emisi Metana (CH4) Di Lahan Sawah
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/21975>)



149-157

Hesti Yulianingrum, Helena Lina Susilawati, Ali Pramono

1 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.149-157?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **ID (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.149-157**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.149-157>)

Received: 7 Feb 2019; Published: 29 May 2019.

STUDI KERENTANAN AIRTANAH TERHADAP PENCEMARAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE DRASTIC PADA CEKUNGAN AIRTANAH (CAT) KARANGANYAR-BOYOLALI, PROVINSI JAWA TENGAH
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22513>)



159-171

Thomas Triadi Putranto

6 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.159-171?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **ID (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.159-171**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.159-171>)

Received: 25 Mar 2019; Published: 29 May 2019.

WATER QUALITY STUDY BASED ON MEIOFAUNA ABUNDANCE AND POLLUTION INDEX IN THE COASTAL ZONE OF LOSARI BEACH, MAKASSAR
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/22208>)



172-180

Muhammad Sri Yusa, Muh Aris Marfai, Suwarno Hadisusanto, Nurul Khakhim

1 (https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jil.17.1.172-180?domain=https://ejournal.undip.ac.id)

| Language: **EN (#)**| DOI: **10.14710/jil.17.1.172-180**
(<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.172-180>)

Received: 28 Feb 2019; Published: 29 May 2019.

Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode *Drastic* Pada Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

Thomas Triadi Putranto¹, Rinal Khaidar Ali¹, dan Aji Bagus Putro¹

¹Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro; e-mail: putranto@ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali merupakan CAT yang terletak di Jawa Tengah yang terdiri dari Kota Surakarta, Kabupaten Semarang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, dan Kabupaten Wonogiri dengan luasan CAT sebesar 3.877km². Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis kerentanan airtanah terhadap pencemaran secara spasial. Penilaian kerentanan airtanah terhadap kontaminasi dapat diketahui dengan menggunakan metode *DRASTIC*. Metode *DRASTIC* merupakan metode pembobotan dari hasil berbagai macam parameter diantaranya yaitu : Kedalaman muka airtanah (D), *Recharge* (R), Media akuifer (A), Media tanah (S), *Topography* (T), Zona *vadoze* (I), dan Konduktivitas hidrolika (C). Dari hasil tumpang tindih pembobotan setiap parameter, nantinya akan dijumlahkan untuk mendapatkan nilai rentang *DRASTIC* Indeks. Berdasarkan hasil analisis didapatkan rentang nilai *DRASTIC* Indeks (DI) dari 86-148 yang dibagi dalam empat tingkat kerentanan. Tingkat kerentanan sangat rendah memiliki nilai DI 86-100 dimana pada kerentanan sangat rendah memiliki sifat tidak memungkinkan terjadinya kontaminasi pencemaran. Daerah tingkat kerentanan sangat rendah memiliki nilai DI 101-120 dimana pada tingkat kerentanan ini memiliki sifat dapat tercemar dengan intensitas kecil dikarenakan pembuangan sebagian kecil polutan yang dilakukan secara berkala. Daerah tingkat kerentanan sedang memiliki nilai DI 121-140 dimana memiliki sifat dapat tercemar oleh sebagian polutan yang dibuang secara terus-menerus. Daerah tingkat kerentanan tinggi memiliki nilai DI 141-148 dimana pada tingkat pencemaran ini memiliki sifat dapat tercemar oleh semua polutan, kecuali memerlukan daya serap yang tinggi dan mudah berubah dengan berbagai macam skenario.

Kata kunci: Metode *DRASTIC*, Cekungan airtanah, *DRASTIC* indeks, Kerentanan airtanah

ABSTRACT

Karanganyar-Boyolali Groundwater Basin (CAT) is located in Central Java Province across Surakarta City, Semarang Regency, Boyolali Regency, Klaten Regency, Karanganyar Regency, Sragen Regency, and Wonogiri Regency with a total area of 3,877km². This study aims to analyze groundwater vulnerability to spatial pollution. Assessment of groundwater vulnerability to contaminants can be determined using the *DRASTIC* method. The *DRASTIC* method is a weighting method of the results of various kinds of parameters including Groundwater Depth (D), Recharge (R), Aquifer Media (A), Soil Media (S), Topography (T), Vadose Zone (I), and Conductivity hydraulics (C). From the results of the overlying weighting of each parameter, it will be summed to conduct the value of the *DRASTIC* Index range. Based on the results of the analysis it was found that the range of the *DRASTIC* Index (DI) from 86-148 which was divided into four levels of vulnerability. The very low level of vulnerability has a value of DI 86-100 which indicating no potential of groundwater vulnerable to contamination occur. The low level of vulnerability has a value of DI 101-120 where at the level of vulnerability it can be polluted with small intensity due to the regular disposal of a small number of pollutants. The area of moderate vulnerability has a value of DI 121-140 which has properties that can be polluted by some pollutants which are continuously disposed of. The area of high vulnerability has DI value 141-148 which at the level of pollution has the property of being polluted by all pollutants, except that it requires high absorption capacity and is easy to change with various scenarios.

Keywords: *DRASTIC* method, Groundwater basin, *DRASTIC* index, Groundwater vulnerability

Citation: Putranto, T.T., Ali, R.K., dan Putro, A.B. (2019). Studi Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode *DRASTIC* pada Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 158-171, doi:10.14710/jil.17.1.158-171

Permeabilitas Tanah Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Aluvial Pesisir DAS Cimanuk, Indramayu

Asep Mulyono¹, Hilda Lestiana² dan Anna Fadilah²

¹UPT Loka Uji Teknik Penambangan dan Mitigasi Bencana, Liwa LIPI; email : asepliwa@yahoo.co.id

²Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

ABSTRAK

Pesisir Indramayu termasuk wilayah DAS Cimanuk dengan jenis tanah Aluvial/Entisols. Pengetahuan berapa besar kemampuan tanah Aluvial dalam pergerakan air (permeabilitas) merupakan aspek penting dalam hubungannya dengan lingkungan. Studi variasi tingkat permeabilitas tanah akibat berbagai tipe penggunaan lahan pada tanah Aluvial telah dilakukan. Survei lapangan dilakukan dengan pengambilan contoh tanah. Contoh tanah untuk penetapan sifat permeabilitas tanah berdasarkan metode *constan head*. Analisis kimia tanah dilakukan untuk kandungan fraksi organik tanah, tekstur tanah. Hasil analisis menunjukkan lahan hutan memberikan hasil yang lebih cepat dibanding tipe penggunaan lahan lain. Kebun monokultur menghasilkan rata-rata permeabilitas yang lebih tinggi dibanding lahan kebun campuran.

Kata Kunci : Permeabilitas, organik, tekstur, tanah, Indramayu

ABSTRACT

Indramayu coastal were included into Cimanuk watersheds with an Alluvial or Entisols soil type. Knowledge of how much ability of soil water movement (permeability) of Alluvial soil types is an important aspect in relation to the environment. Studies on the variety of soil permeability due to various types of land use in the alluvial soil has been carried out. The field survey was carried out by taking soil samples. The soil samples were taken for the determination of soil permeability properties based *constan head* methods. Soil chemical analysis was done to determine the organic fraction of the soil, soil texture. The analysis showed that the forest area gives faster results compared to the other type of land use. Monoculture gardens produce a higher average permeability than mixed gardens.

Keywords: Permeability, organic, texture, Indramayu

Citation: Mulyono, A., Lestiana, H., dan Fadilah, A. (2019). Permeabilitas Tanah Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Aluvial Pesisir DAS Cimanuk, Indramayu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 1-6, doi:10.14710/jil.17.1.1-6

1. Pendahuluan

Wilayah pesisir Indramayu yang termasuk kedalam wilayah daerah aliran sungai (DAS) Cimanuk merupakan wilayah yang secara geologis berasal dari endapan aluvium. Hasil endapan tersebut berasal dari sedimentasi Sungai Cimanuk yang bermuara di wilayah ini yang berdasarkan Pusat Penelitian Geologi Kelautan (2016), pesisir timur Indramayu mengalami akresi dan membentuk delta baru dengan tipe telapak kaki burung (*birdfoot-type delta*) dengan kandungan lumpur sungai Cimanuk dapat mencapai rata-rata 53,6 juta ton/tahun.

Wilayah ini merupakan daerah hilir dari aliran sungai-sungai yang sangat potensial sebagai sumber air bagi kebutuhan masyarakat, baik untuk kepentingan usaha pertanian, usaha industri maupun bahan baku air bersih. Namun, selain diuntungkan dengan besarnya kapasitas air

permukaan, sisi lain air permukaan menjadi penyebab terjadinya penggenangan/banjir. Tingginya potensi banjir di wilayah ini selain topografi wilayah yang sangat datar juga faktor geologis dan jenis tanahnya. Hasil endapan Aluvium (Achidan dan Sudana, 1992) ini menghasilkan jenis tanah Aluvial atau tanah *Entisols* menurut klasifikasi Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1990) dengan sub grup *Sodic Psammaquents*, yaitu tanah *Entisols* yang berada di dataran pasang surut dengan rejim kelembaban tanah *aquic*. Rendahnya kemampuan tanah dalam meresapkan air jenis tanah ini menambah tingginya kejadian banjir di wilayah ini.

Pergerakan air di dalam tanah merupakan aspek penting dalam hubungannya dengan bidang pertanian. Beberapa proses penting, seperti masuknya air ke dalam tanah, pergerakan air ke zona perakaran, keluarnya air

Analisis Potensi Kawasan Laiwangi Wanggameti di Taman Nasional Matalawa Untuk Arah Pengembangan Ekowisata

Melvi Reimon Mangngi Tiga¹, Eka Intan Kumala Putri², Meti Ekayani²

¹Magister Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor; e-mail: melvyreimon22@gmail.com

²Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Pengembangan Taman Nasional sebagai kawasan ekowisata adalah salah satu alternatif untuk mengurangi degradasi kawasan konservasi di masa yang akan datang. Kawasan Laiwangi Wanggameti adalah salah satu kawasan hutan di Taman Nasional Matalawa di Kabupaten Sumba Timur NTT mempunyai potensi sumberdaya alam yang layak untuk dikembangkan sebagai kawasan ekowisata. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi dan menganalisis potensi *supply* dan *demand* ekowisata kawasan Laiwangi Wanggameti; (2) menganalisis keinginan membayar pengunjung potensial lokal (WTP); (3) merumuskan strategi pengembangan ekowisata kawasan Laiwangi Wanggameti. Potensi ekowisata dianalisis secara deskriptif kualitatif. *Contingent Valuation Method* digunakan untuk menganalisis keinginan membayar dan strategi pengembangan ekowisata di kawasan Laiwangi Wanggameti menggunakan analisis SWOT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa objek di kawasan Laiwangi Wanggameti layak untuk dikembangkan dalam pengembangan ekowisata yakni gunung Wanggameti, dataran tinggi Katikuwai, area perkemahan di Wanggameti dan Praing Kareha, air terjun Laputi, danau Laputi dan area *birdwatching* di Billa. Nilai keinginan membayar calon pengunjung potensial adalah sebesar Rp.13.450 per orang per tiket. Strategi pengembangan ekowisata di kawasan Laiwangi Wanggameti dilakukan melalui strategimendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif.

Kata kunci: ekowisata, keinginan membayar, strategi

ABSTRACT

The development of national park area as ecotourism location becomes one of alternative to minimize the degradation of conservation area in the future. The Laiwangi Wanggameti area is one of the forest areas in Matalawa National Park in East Sumba district of NTT which has the potential of natural resources that are suitable to be developed as an ecotourism area. The study aimed to: (1) identify and analyze the potential supply and demand ecotourism of Laiwangi Wanggameti area; (2) analyze the potential willingness to pay of local potential visitors (WTP); (3) formulate the strategies of ecotourism development in Laiwangi Wanggameti area. Qualitative descriptive analysis is used to analyze the ecotourism potential. The contingent valuation method is used to analyze the willingness to pay and the ecotourism development strategies of Laiwangi Wanggameti area which formulated by using SWOT analysis. Some objects in Laiwangi Wanggameti are feasible for ecotourism development which are: Wanggameti mountain, Katikuwai plateau, ground camping in Wanggameti and Praing Kareha, Laputi waterfall, Laputi lake, birdwatching area in Billa. The value of willingness to pay of local potential visitors is thirteen thousand four hundred fifty rupiah/person/ticket. The ecotourism development strategy in Laiwangi Wanggameti area is through a strategy of supporting aggressive growth policy.

Keywords: ecotourism, willingness to pay, strategy

Citation: Tiga, M. R.M., Putri, E. I. K., dan Ekayani, M. (2019). Analisis Potensi Kawasan Laiwangi Wanggameti di Taman Nasional Matalawa Untuk Arah Pengembangan Ekowisata. Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(1),32-41, doi:10.14710/jil.17.1.32-41

1. Pendahuluan

Kawasan hutan Laiwangi Wanggameti adalah salah satu kawasan hutan di Taman Nasional Matalawa (TN Matalawa) yang berlokasi di Kabupaten Sumba Timur propinsi Nusa Tenggara Timur. Kawasan ini merupakan daerah resapan air utama dan pengairan bagi lahan pertanian masyarakat di Kabupaten Sumba Timur.

Dengan luas sekitar 47.014 hektar kawasan ini memiliki tipe ekosistem hutan hujan tropis, hutan musim serta savanna sehingga menjadikan kawasan ini sebagai habitat berbagai jenis flora dan fauna endemik. Salah satu burung endemik Sumba yang mendiami kawasan tersebut adalah burung kakatua jambul jingga (*Cacatua sulphurea citrinocristata*) (Statistik TNLW 2013).

Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

by Thomas Triadi Putranto

Submission date: 30-May-2022 11:55AM (UTC+0700)

Submission ID: 1846939497

File name: document_1.pdf (2.58M)

Word count: 5591

Character count: 34648

Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode *Drastic* Pada Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

Thomas Triadi Putranto¹, Rinal Khaidar Ali¹, dan Aji Bagus Putro¹

¹Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro; e-mail: putranto@ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali merupakan CAT yang terletak di Jawa Tengah yang terdiri dari Kota Surakarta, Kabupaten Semarang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, dan Kabupaten Wonogiri dengan luasan CAT sebesar 3.877km². Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis kerentanan airtanah terhadap pencemaran secara spasial. Penilaian kerentanan airtanah terhadap kontaminasi dapat diketahui dengan menggunakan metode *DRASTIC*. Metode *DRASTIC* merupakan metode pembobotan dari hasil berbagai macam parameter diantaranya yaitu : Kedalaman muka airtanah (D), *Recharge* (R), Media akuifer (A), Media tanah (S), *Topography* (T), Zona *vadoze* (I), dan Konduktivitas hidrolika (C). Dari hasil tumpang tindih pembobotan setiap parameter, nantinya akan dijumlahkan untuk mendapatkan nilai rentang *DRASTIC* Indeks. Berdasarkan hasil analisis didapatkan rentang nilai *DRASTIC* Indeks (DI) dari 86-148 yang dibagi dalam empat tingkat kerentanan. Tingkat kerentanan sangat rendah memiliki nilai DI 86-100 dimana pada kerentanan sangat rendah memiliki sifat tidak memungkinkan terjadinya kontaminasi pencemaran. Daerah tingkat kerentanan sangat rendah memiliki nilai DI 101-120 dimana pada tingkat kerentanan ini memiliki sifat dapat tercemar dengan intensitas kecil dikarenakan pembuangan sebagian kecil polutan yang dilakukan secara berkala. Daerah tingkat kerentanan sedang memiliki nilai DI 121-140 dimana memiliki sifat dapat tercemar oleh sebagian polutan yang dibuang secara terus-menerus. Daerah tingkat kerentanan tinggi memiliki nilai DI 141-148 dimana pada tingkat pencemaran ini memiliki sifat dapat tercemar oleh semua polutan, kecuali memerlukan daya serap yang tinggi dan mudah berubah dengan berbagai macam skenario.

Kata kunci: Metode *DRASTIC*, Cekungan airtanah, *DRASTIC* indeks, Kerentanan airtanah

ABSTRACT

Karanganyar-Boyolali Groundwater Basin (CAT) is located in Central Java Province across Surakarta City, Semarang Regency, Boyolali Regency, Klaten Regency, Karanganyar Regency, Sragen Regency, and Wonogiri Regency with a total area of 3,877km². This study aims to analyze groundwater vulnerability to spatial pollution. Assessment of groundwater vulnerability to contaminants can be determined using the *DRASTIC* method. The *DRASTIC* method is a weighting method of the results of various kinds of parameters including Groundwater Depth (D), *Recharge* (R), Aquifer Media (A), Soil Media (S), *Topography* (T), *Vadose Zone* (I), and *Conductivity* hydraulics (C). From the results of the overlying weighting of each parameter, it will be summed to conduct the value of the *DRASTIC* Index range. Based on the results of the analysis it was found that the range of the *DRASTIC* Index (DI) from 86-148 which was divided into four levels of vulnerability. The very low level of vulnerability has a value of DI 86-100 which indicating no potential of groundwater vulnerable to contamination occur. The low level of vulnerability has a value of DI 101-120 where at the level of vulnerability it can be polluted with small intensity due to the regular disposal of a small number of pollutants. The area of moderate vulnerability has a value of DI 121-140 which has properties that can be polluted by some pollutants which are continuously disposed of. The area of high vulnerability has DI value 141-148 which at the level of pollution has the property of being polluted by all pollutants, except that it requires high absorption capacity and is easy to change with various scenarios.

Keywords: *DRASTIC* method, Groundwater basin, *DRASTIC* index, Groundwater vulnerability

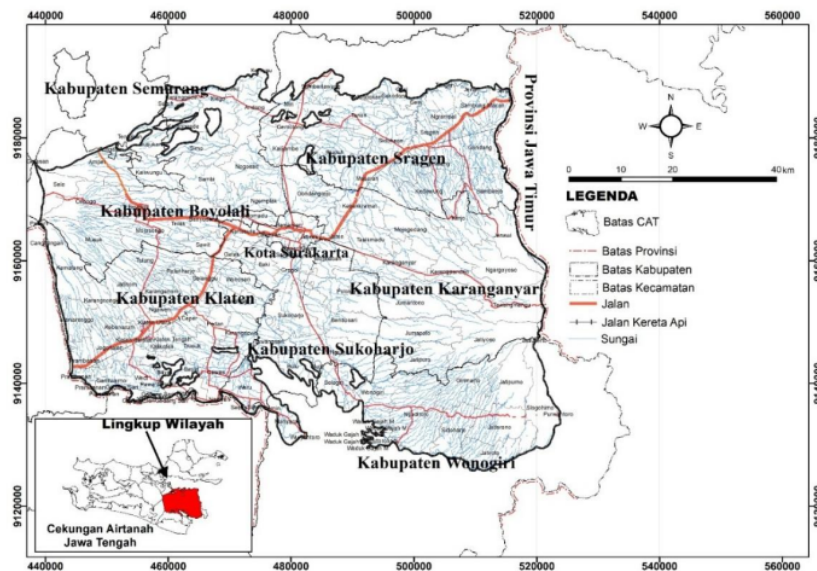
Citation: Putranto, T.T., Ali, R.K., dan Putro, A.B. (2019). Studi Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode *DRASTIC* pada Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 158-171, doi:10.14710/jil.17.1.158-171

1. Latar Belakang

Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali merupakan suatu cekungan yang mencakup beberapa kota dan kabupaten yang membentang dari bagian tengah hingga bagian selatan Provinsi Jawa Tengah. Kota dan kabupaten yang melingkupi CAT Karanganyar-Boyolali yaitu Kota Surakarta, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, dan Kabupaten Wonogiri (Gambar 1). Menurut Permen ESDM no 2 Tahun 2017 tentang cekungan airtanah bahwa luas CAT Karanganyar-Boyolali memiliki luasan 3.877 km².

Pemanfaatan airtanah sebagai kebutuhan harus sesuai dengan konsep berwawasan lingkungan dan sesuai dengan keseimbangan dan kelestarian airtanah (Foster dan Hirata, 1988; Danaryanto, 2005) agar tidak terjadi kelangkaan

akibat sumber yang tersedia berkurang atau terjadinya pencemaran; sehingga tidak dapat dimanfaatkan kembali. Tujuan penelitian ini menganalisis zona kerentanan airtanah terhadap pencemaran secara spasial dengan menggunakan metode DRASTIC (*groundwater Depth, amount of Recharge, Aquifer type, Soil type, Topography, Impact of unsaturated zone, hydraulic Conductivity*). Studi terkait kerentanan airtanah sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti (Aller et al. 1987; Stempvort et al. 1993; Gogu dan Dassargues, 2000; Harter dan Walker, 2001; Ferreira, 2005; Hadi, 2006; Widyastuti dkk., 2006; Hatori, 2008; Civita, 2010; Pacheco et al. 2015; Yuslihanu 2015; Ananda, 2016; Kesuma, 2017; Rahaningmas, 2017). Penelitian kerentanan tersebut sebagian besar menggunakan wilayah administrasi sebagai batas penelitian tidak menggunakan konsep cekungan airtanah.



Gambar 1. Peta Daerah Penelitian

2. Geologi Regional

Berdasarkan pada peta geologi regional lembar Surakarta-Giritontro (Surono, dkk., 1992), lembar Ponorogo (Sampurno dan Samodra, H., 1997), dan lembar Salatiga (Sukardi dan Buditrisna, 1992) dapat diketahui kondisi geologi yang menyusun pada daerah penelitian terdiri atas batuan dari hasil aktivitas vulkanisme (Gambar 2). Urutan stratigrafi daerah penelitian dapat dijabarkan menjadi beberapa satuan formasi dari tua ke muda diantaranya yaitu Batuan Malihan (KTm), Formasi Gamping Wungkal (Tew), Formasi Mandalika (Tomm), Formasi Kebobutak (Toma), Andesit (Tma), Formasi Semilir (Tms), Formasi Kerek (Tmk), Formasi Nampol (Tmn), Formasi Wonosari (Tmwl), Formasi Kalibeng (TmPk), Anggota Klitik

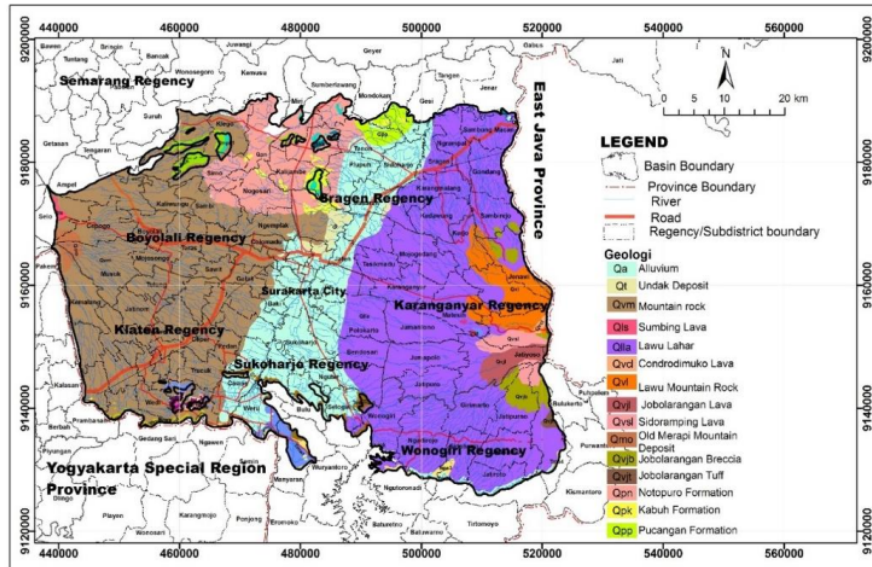
Formasi Kalibeng (Tpkk), Formasi Pucangan (Qpp), Formasi Kabuh (Qpk), Formasi Notopuro (Qpn), Tufa Jobolarangan (Qvjt), Breksi Jobolarangan (Qvjb), Endapan Gunung Merapi Tua (Qmo), Lava Sidoramping (Qvsl), Lava Jobolarangan (Qvjl), Batuan Gunungapi Lawu (Qvl), Lava Condroidimuko (Qvcl), Lahar Lawu (Qlla), Lava Sumbing (Qls), Batuan Gunungapi Takterpisahkan (Qvm), Endapan Undak (Qt), dan Aluvium (Qa).

3. Hidrogeologi Regional

Cekungan airtanah dibatasi oleh batas-batas hidrogeologi, batas-batas tersebut menunjang terjadinya proses hidrogeologis seperti pengimbuhan airtanah, pengaliran airtanah, dan pelepasan airtanah. Menurut Djaeni (1982) dalam

Peta Hidrogeologi Indonesia lembar Yogyakarta, keterdapatan airtanah pada daerah CAT Karanganyar-Boyolali dapat dibedakan menjadi 3 kriteria yaitu akuifer dengan mengikuti ruang antar butir yang memiliki produktivitas airtanah

tinggi, kemudian akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir, dimana pada daerah ini akuifer memiliki produktivitas airtanah tinggi tersebar di kaki gunung, dan akuifer bercelah dengan produktivitas kecil.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

4. Kerentanan Airtanah

Kerentanan airtanah merupakan kemampuan suatu airtanah dalam bertahan terhadap polusi dan kontaminan pada permukaan tanah sampai dengan muka airtanah atau pada daerah akuifer (Harter dan Walker, 2001). Menurut Ferreira (2005) dalam membendakan antara kerentanan terhadap pencemaran dengan risiko pencemaran, apabila risiko pencemaran tidak hanya dikontrol oleh satu jenis pengontrol saja yang bersifat statis melainkan ada faktor lain sebagai sumber pencemaran yang bersifat dinamis, sehingga risiko pencemaran dapat dipengerahui oleh 2 faktor tersebut yaitu polutan serta infiltrasi mencapai zona jenuh. Dengan demikian dapat diartikan bahwa apabila suatu daerah memiliki kerentanan yang cukup tinggi namun risiko pencemarannya rendah hal ini dikarenakan pada daerah tersebut sumber pencemar yang menghasilkan polutan memiliki jumlah yang rendah.

5. Metode DRASTIC

Metode DRASTIC ini menekankan pada kondisi hidrogeologi yang mempengaruhi suatu pergerakan airtanah dan metode ini digunakan untuk mengetahui kerentanan airtanah dengan cakupan wilayah yang cukup luas. Pada metode ini ada 2 hal sebagai pokok dalam pengerjaannya

yaitu didasari oleh kondisi hidrogeologi dan penggabungan parameter-parameter yang mempengaruhi terjadinya pencemaran pada airtanah. Berikut merupakan penjabaran dari metode DRASTIC yaitu:

D : Depth to Water Table

Faktor yang berpengaruh sebelum air menyentuh masuk ke muka airtanah, dikarenakan zat pencemar akan melewati tebal lapisan diatas muka airtanah tersebut. Apabila jarak muka airtanah cukup dalam maka potensi zat pencemar akan semakin kecil, sebaliknya apabila jarak muka airtanah cukup dangkal maka potensi airtanah untuk tercemar akan cukup besar peluangnya.

R : Net Recharge

Net Recharge merupakan gambaran dari jumlah airtanah yang terserap ke dalam tanah dan masuk mencapai muka airtanah. Recharge dapat membantu masuknya zat pencemar secara vertikal masuk menuju ke muka airtanah dan terjadi secara horizontal pada daerah akuifer. Apabila jumlah recharge yang masuk ke dalam tanah semakin besar, maka kontaminan zat pencemar yang terbawa akan memiliki jumlah yang besar pula. Begitu juga sebaliknya apabila recharge yang masuk kedalam tanah sedikit, maka kontaminan zat pencemar yang terbawa masuk juga akan memiliki jumlah yang sedikit.

Dalam memperoleh nilai *recharge* menggunakan rumus

$$\text{Recharge} = (\text{presipitasi} - \text{Total Runoff}) - \text{Evapotranspirasi} \quad (2.1)$$

Untuk menghitung nilai Evapotranspirasi/ E_t digunakan rumus sebagai berikut (Turc 1954 dalam Putranto 2013):

$$E_t = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P^2}{(300 + 2.5 \cdot T + 0.05 \cdot T^3)^2} \right)}} \quad [\text{mm/tahun}] \quad (2.2)$$

Dimana: P: Presipitasi

T: Temperatur

A: *Aquifer Media*

Media akuifer juga memiliki peranan penting, dimana dalam hal ini mempengaruhi jumlah material yang terkontaminasi pada daerah permukaan dalam menembus lapisan akuifer. Arah dan rute zat pencemar akan mengalir tergantung media akuifer, biasanya dilihat dari keadaan di lapangan seperti halnya rekahan, permeabilitas, dan porositas. Semakin besar kemampuan akuifer dapat menahan laju zat pencemar/kontaminan maka potensi airtanah tercemar maka akan semakin kecil.

S: *Soil Media*

Tanah memiliki peranan yang penting dari dampak yang ditimbulkan akibat pergerakan jumlah *recharge* air yang bergerak masuk melewati permukaan tanah hingga mencapai muka airtanah dan juga mengontrol kadar jumlah polutan yang masuk kedalam tanah bersama jumlah *recharge* air yang masuk. Ketebalan tanah juga mempengaruhi kegiatan terjadinya kontaminasi, semakin tebal suatu lapisan tanah maka akan berdampak juga pada waktu kontaminasi menuju ke muka airtanah termasuk pada kegiatan filtrasi, biodegradasi, sorpsi, dan volatilasi secara signifikan. Semakin tebal kondisi lapisan tanah maka akan semakin lama waktu tempuh untuk mencapai ke daerah jenuh air.

T: *Topography*

Topografi merupakan parameter yang dilihat berdasarkan kelerengan suatu daerah. Pada setiap daerah tentunya akan memiliki kelerengan yang berbeda-beda pula. Topografi dapat membantu atau menahan suatu zat tercemar pada daerah permukaan. Apabila kondisi kelerengan semakin curam, maka berpeluang aliran *runoff* akan semakin besar, sehingga aliran air permukaan yang terkontaminasi oleh zat pencemar/kontaminan yang meresap kedalam tanah dan yang akan sampai pada daerah akuifer/muka airtanah juga akan berkurang. Namun, apabila suatu daerah dengan kondisi permukaan yang landai akan membuat air yang terkena polutan akan menggenang dan mengakibatkan potensi air yang terkontaminasi tersebut masuk kedalam tanah dan menuju ke lapisan muka airtanah/akuifer akan semakin besar peluangnya untuk mencemari muka airtanah tersebut.

I: *Impact of Vadoze Zone*

Pada daerah zona tidak jenuh air dapat ditentukan dari karakteristik material, yang meliputi jenis dan batas tanah serta batuan yang terdapat di bawah muka airtanah. Material tersebut yang nantinya akan disebut media. Nantinya, media tersebut akan mengontrol arah dan panjang lintasan yang mengakibatkan terjadinya pengurangan waktu dan kuantitas material yang dimiliki juga akan berkurang. Kondisi arah lintasan akan bergantung pada banyaknya rekahan yang ada, selain itu juga dapat dipengaruhi oleh permeabilitas tanah, dan juga kedalaman suatu muka airtanah.

C: *Hydraulic Conductivity of The Aquifer*

Konduktivitas hidrolika merupakan suatu kemampuan material akuifer untuk dapat mengalirkan air dan mengontrol suatu kecepatan pada aliran airtanah yang nantinya aliran airtanah tersebut akan mengalir akibat pengaruh dari gradien hidrolika. Konduktivitas hidrolika sendiri juga dikontrol oleh jumlah dan hubungan atau ruang antar akuifer ataupun ruang/rekahan antara suatu bidang perlapisan. Apabila konduktivitas hidrolika suatu batuan semakin besar maka kontaminasi yang terjadi akan besar pula.

Dalam metode *DRASTIC* ini terdapat 3 pembagian yang sangat penting yaitu *weight*, *rating*, dan *ranges* dimana akan didapatkan tingkatan nilai kerentanan airtanah terhadap pencemaran yang dapat dilihat dari hasil penjumlahan nilai masing-masing skor dari setiap parameter yang dihasilkan dari metode *DRASTIC* yang akan disebut *DRASTIC Index*.

DRASTIC Index =

$$D_r * D_w + R_r * R_w + A_r * A_w + S_r * S_w + T_r * T_w + I_r * I_w + C_r * C_w \quad (2.3)$$

Dimana: R: *Rating/Nilai*

W: *Weight/Bobot*

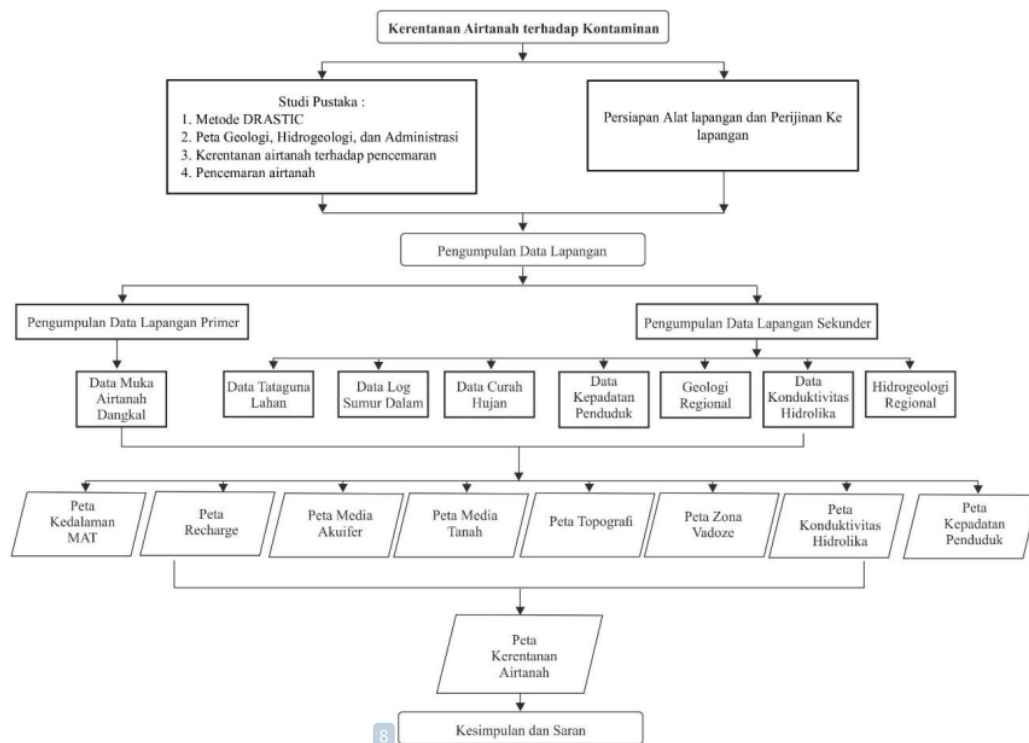
Dari berbagai macam parameter tersebut nantinya akan dihasilkan bobot yang akan berpengaruh terhadap besarnya kontaminasi. Selain bobot, nantinya akan ada kelas atau rating pada setiap parameter. Nilai bobot tersebut akan dimulai dari lima (5) dimana kondisi tersebut dinyatakan paling penting hingga satu (1) yang dimana kondisi tersebut dinyatakan tidak penting. Komponen masing-masing parameter *DRASTIC* akan dibagi menjadi beberapa kelas, yang akan berpengaruh pada tingkat pencemaran. Rating tersebut akan diberikan dari nilai satu (1) dimana terjadi potensi pencemaran yang rendah, hingga nilai lima (5) dimana terjadi potensi pencemaran sangat tinggi.

6. Metodologi

Dalam penentuan daerah kerentanan airtanah menggunakan metode *DRASTIC* ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan diantaranya (Gambar 3) yaitu studi pustaka, dimana pada tahapan ini merupakan kegiatan memahami sesuatu yang berkaitan tentang

penelitian yang akan dilakukan seperti halnya menentukan tujuan penelitian, mencari informasi tentang kondisi hidrogeologi dan geologi pada daerah penelitian, kegiatan selanjutnya yaitu perijinan pada saat pengambilan data hal ini bertujuan agar stakeholder pada daerah yang kita tuju akan mengerti maksud dan tujuan kedatangan dan manfaat penelitian tersebut, sehingga kita dapat memperoleh data yang diinginkan, mempersiapkan semua kebutuhan yang akan dibawa saat melakukan kegiatan di lapangan, pengumpulan data primer merupakan pengumpulan data utama yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan yaitu pengukuran kedalaman muka airtanah, pencatatan koordinat sampel sumur, pengukuran elevasi sampel sumur, pengamatan litologi dan kondisi geologi pada daerah sekitar sumur yang diamati, dan pendokumentasian tempat pengambilan sampel, pengumpulan data sekunder merupakan data

yang tidak dapat diperoleh saat di lapangan langsung. Data sekunder umumnya didapat dari instansi-instansi pemerintah yang telah melakukan penelitian sebelumnya. Setelah kegiatan lapangan dilaksanakan dan data primer serta sekunder didapatkan, kemudian hal yang dilakukan selanjutnya yaitu pengolahan data tersebut diantaranya pembuatan peta-peta tematik, kemudian pembuatan peta kerentanan airtanah dilakukan dengan cara penginterpolasian dan penjumlahan berbagai macam parameter-parameter *DRASTIC* yang dibutuhkan, seperti peta kedalaman muka airtanah, peta *recharge*, peta media akuifer, peta media tanah, peta topografi, peta zona vadoze, peta konduktivitas hidrolika. Dari berbagai macam peta tematik kemudian dilakukan analisis spasial (tumpang tindih/*overlay*) seperti persamaan 2.3 didapatkan peta kerentanan airtanah terhadap pencemaran dengan menggunakan metode *DRASTIC*.



8
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

7. Hasil dan Pembahasan

7.1. *Depth to water table* atau Kedalaman Muka Airtanah

Dalam melakukan pengukuran langsung di lapangan didapatkan data sebanyak 110 sumur yang tersebar merata di daerah penelitian. Dari hasil pengukuran didapatkan kedalaman muka airtanah terendah yaitu 0,5 m yang terdapat yang terletak di Desa Pundusari, Kecamatan

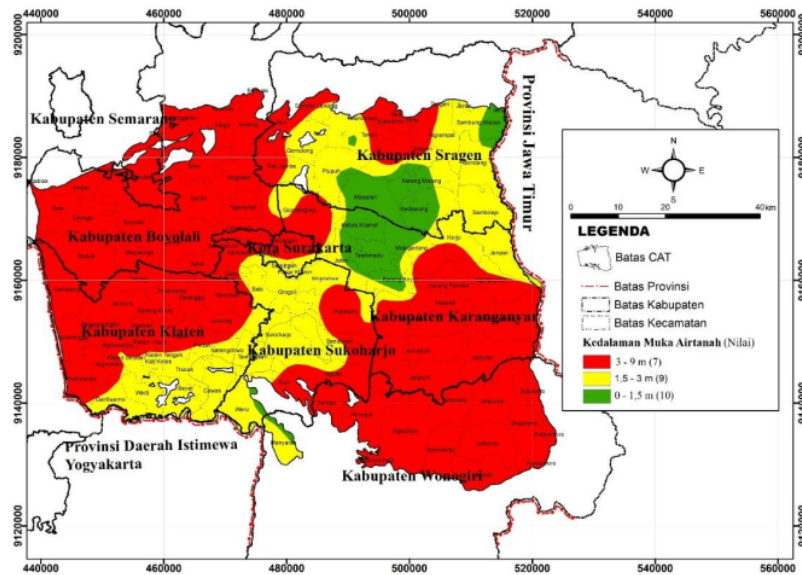
Manyaran, Kabupaten Wonogiri, dan muka airtanah terdalam sebesar 9,3 m yang terletak di daerah Desa Tegalsari, Kecamatan Karanggede, Kabupaten Boyolali. Dalam parameter *DRASTIC* untuk kedalaman muka airtanah dan dampak ke vadoze zone/zona tak jenuh air memiliki nilai pembobotan paling besar dengan nilai bobot 5 dikarenakan kedalaman muka airtanah dan dampak ke vadoze zone sangat mempengaruhi

kecepatan kontaminan menuju zona jenuh air. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan diperoleh pembagian pembobotan yang terdiri dari 3 kelompok (Tabel 1). Untuk kedalaman 0-1,5 m terdapat di daerah Kabupaten Sragen. Untuk kedalaman menengah yaitu kedalaman 1,5-3 m

terdapat di sebagian daerah Kabupaten Klaten, Kota Surakarta, Kabupaten Sukoharjo, dan sebagian Kabupaten Klaten. Kedalaman yang paling dalam yaitu 3-9 m terletak di Kabupaten Boyolali, Kabupaten Karanganyar, dan sebagian Kabupaten Klaten (Gambar 4).

Tabel 1. Perhitungan Skor Kedalaman Muka Airtanah

Kedalaman muka airtanah [m]	Rating	Bobot	Skor
0-1,5	10	5	50
1,5- 3	9	5	45
3-9	7	5	35
Jumlah			130



Gambar 4. Peta Kedalaman Muka Airtanah

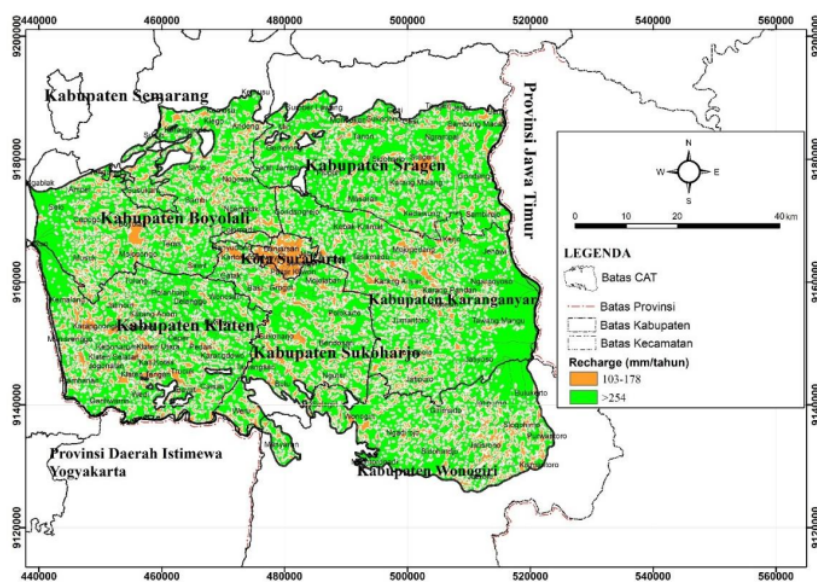
7.2. Jumlah Recharge

Jumlah *recharge* yakni banyaknya air yang masuk bawah permukaan yang biasanya dipengaruhi oleh air hujan. Data curah hujan didapatkan dari data BPS Kabupaten Boyolali, Karanganyar, Klaten, Sragen, Surakarta, Sukoharjo dan Wonorejo (2106). Pada daerah CAT di daerah-daerah bagian timur, dan barat dimana pada daerah tersebut terdapat gunungapi, maka proses infiltrasi berlangsung cukup baik dengan tata guna lahan masih dipergunakan sebagai

daerah lindung atau hutan. Namun, pada bagian utara, selatan, dan tengah daerah CAT terjadi perubahan tatagunalah yang kini diperuntukan sebagai pemukiman dan kawasan industri. Hal ini menyebabkan air hujan yang jatuh menjadi tidak optimal masuk ke bawah permukaan menuju akuifer bebas, sehingga mengakibatkan terjadinya aliran *runoff* (Gambar 5). Berdasarkan hasil perhitungan *recharge* didapatkan 2 nilai yaitu 103-178 mm/tahun dan >254 mm/tahun (Tabel 2).

Tabel 2. Perhitungan Skor Recharge CAT Karanganyar-Boyolali

Jumlah Recharge [mm/tahun]	Rating	Bobot	Skor
103-178	6	4	24
>254	9	4	36
Jumlah			60



Gambar 5. Peta Recharge

7.3. Media Akuifer

CAT Karanganyar-Boyolali tersusun atas berbagai macam produk vulkanik yang dihasilkan dari ketiga gunung api yang berada di area CAT. Untuk daerah yang berdekatan dengan gunung api umumnya memiliki kondisi masif pada batuan, selain itu juga pada bagian tengah, utara, dan selatan produk yang dihasilkan juga merupakan

produk dari hasil gunung api namun kondisinya telah mengalami pelapukan, yang tersusun atas berbagai macam material-material lepasan yang berukuran krikil, pasir, sampai lempung (Gambar 6). Berdasarkan hasil tersebut media akuifer penyusun pada daerah CAT Karanganyar-Boyolali berupa beku lapuk, batupasir, batugamping dan shale, pasir dan kerikil (Tabel 3).

Tabel 3. Perhitungan Media Akuifer CAT Karanganyar-Boyolali

Jenis Akuifer	Rating	Bobot	Skor
Beku lapuk	4	3	12
Batupasir, batugamping, dan shale	6	3	18
Pasir dan kerikil	8	3	24
Jumlah			54

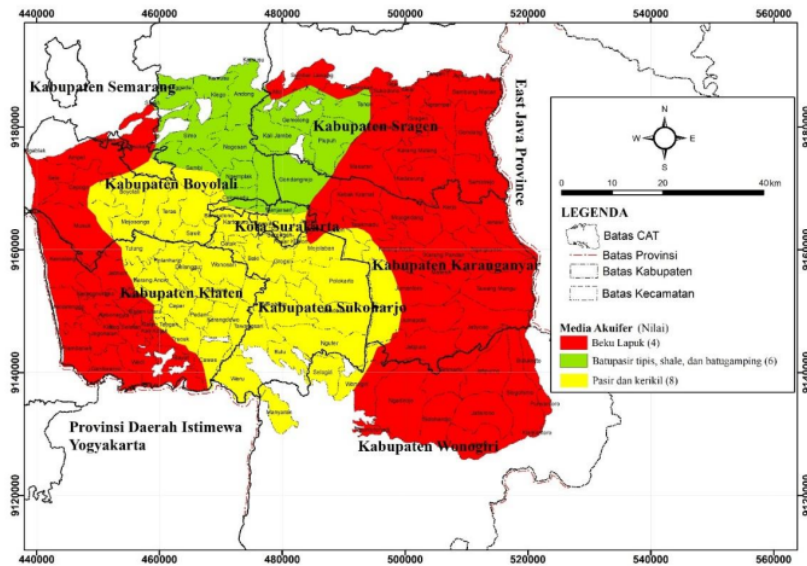
7.4. Media Tanah

Media tanah merupakan suatu parameter yang erat kaitannya dengan pengaruh air permukaan yang akan masuk ke dalam tanah menuju ke zona akuifer bebas. Parameter ini juga dipengaruhi terhadap jumlah recharge yang akan masuk pada suatu daerah. Hal ini dipengaruhi oleh ruang antar butir dan litologi penyusun pada permukaan. Adanya perbedaan dalam ukuran butir ini membuat terjadi perbedaan pada nilai rating pada parameter ini. Apabila semakin besar ruang butir pada suatu permukaan tanah, maka air hujan atau air permukaan yang masuk

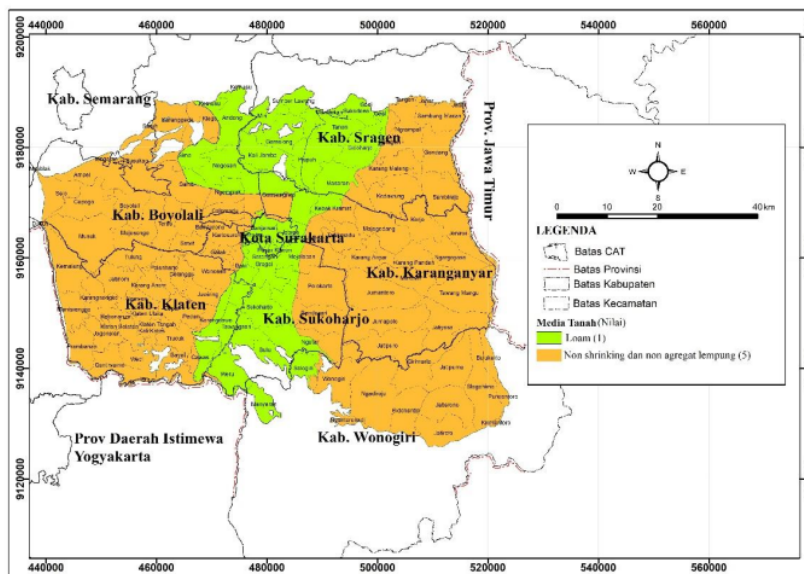
nantinya akan cepat menuju ke daerah zona akuifer bebas. Pada daerah penelitian media tanah penyusun terdiri dari *Loam* serta *Non shrinking* dan non agregat lempung (Gambar 7). Sifat dari *loam* yang didominasi oleh lempung, sehingga menghambat laju kontaminan menuju zona jenuh air. *Loam* ini memiliki skor 2. *Non shrinking* dan non agregat lempung merupakan kondisi dimana memiliki ruang antar butir yang renggang, sehingga membuat proses filtrasi akan menjadi lebih cepat sehingga kontaminan lebih mudah mencapai zona jenuh air. Media tanah ini memiliki skor 10 (Tabel 4).

Tabel 4. Perhitungan Skor Parameter Jenis Media Tanah

Jenis Media Tanah	Rating	Bobot	Skor
Loam	1	2	2
Non shrinking dan non agregat lempung	5	2	10
Jumlah			12



Gambar 6. Peta Media Akuifer



Gambar 7. Peta Media Tanah

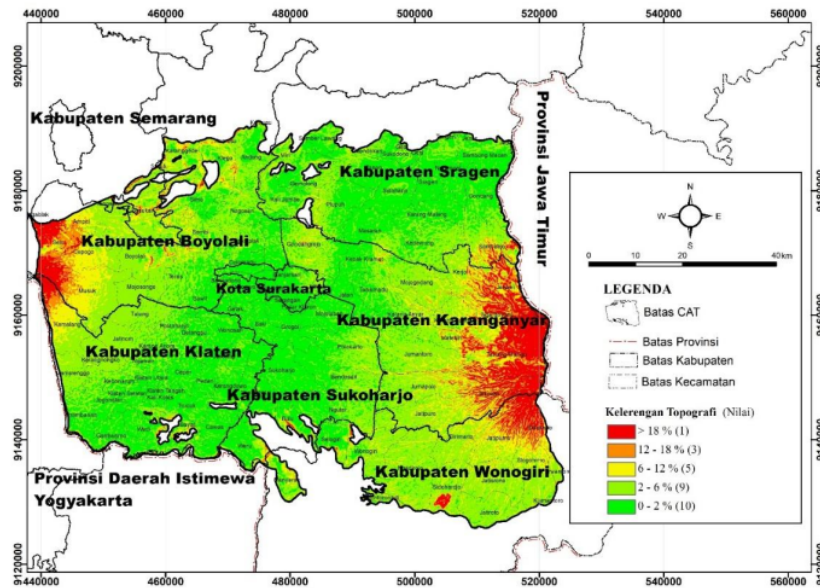
7.5. Topografi

Pada daerah peneltiandapat dilihat bahwa kemiringan lahan memiliki variasi kemiringan topografi (Gambar 8).Di daerah yang dikelilingi oleh gunung api umumnya memiliki kemiringan lereng yang cukup tinggi yang terletak pada bagian timur, dan barat daerah penelitian, sedangkan daerah dengan kemiringan lahan yang

cukup datar terdapat pada tengah daerah penelitian. Dengan demikian dari hasil analisis topografi, umumnya daerah penelitian merupakan daerah yang rentan pada kontaminan karena terletak pada daerah dengan kemiringan lereng 0-6% (Tabel 5). Daerah dengan kemiringan topografi lebih dari 18% terletak di daerah sekitar gunung api di bagian timur danbarat.

Tabel 5. Perhitungan Skor Parameter Topografi

Topografi (% lereng)	Rating	Bobot	Skor
0 - 2	10	1	10
2 - 6	9	1	9
6 - 12	5	1	5
12 - 18	3	1	3
> 18	1	1	1
Jumlah			28



Gambar 8. Peta Topografi

7.6. Vadoze Zone atau Zona Tak Jenuh Air

Di daerah penelitian terdapat 2 litologi penyusun zona tak jenuh air, yaitu pasir dan kerikil, kemudian *shale* dan kerikil dengan lanau dan lempung cukup. Pasir dan kerikil umumnya terletak pada daerah yang dekat gunung api yang memiliki elevasi yang cukup tinggi, sedangkan penyusun *Shale* dan kerikil dengan lanau dan lempung cukup umumnya terdapat pada daerah dataran dan diperkotaan yaitu pada daerah tengah daerah penelitian (Gambar 9).

Parameter ini memiliki nilai bobot 5, dikarenakan parameter ini merupakan salah satu parameter yang dianggap paling berpengaruh terhadap kecepatan kontaminan menuju zona jenuh air. Litologi yang memiliki porositas serta permeabilitas tinggi seperti pasir dan kerikil memiliki skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan *shale* dan kerikil dengan lanau dan lempung cukup karena lebih mempercepat pergerakan kontaminan ke zona jenuh air (Tabel 6).

Tabel 6. Perhitungan Skor Parameter Media Zona Tak Jenuh Air

Zona tak Jenuh air	Rating	Bobot	Skor
Pasir dan kerikil	6	5	30
Shale dan kerikil dengan lanau dan lempung cukup	4	5	20
Jumlah			50

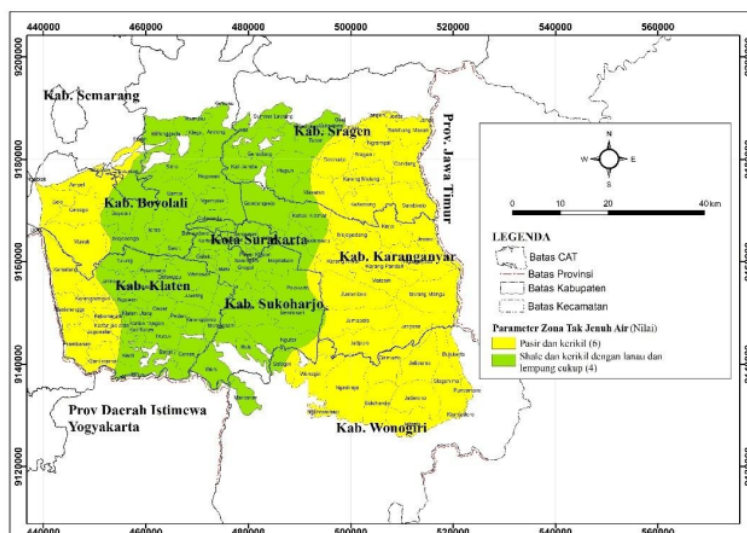
7.7. Konduktivitas Hidrolika

Nilai konduktivitas sendiri ditentukan dari jenis batuan, ukuran butir, kompaksi batuan, dan susunan butiran (Gambar 10). Berdasarkan hasil di lapangan didapatkan jenis batuan dengan jenis pasir halus, batupasir menengah, dan pasir menengah. Menurut Todd, (1980), pasir halus menengah memiliki nilai konduktivitas sebesar

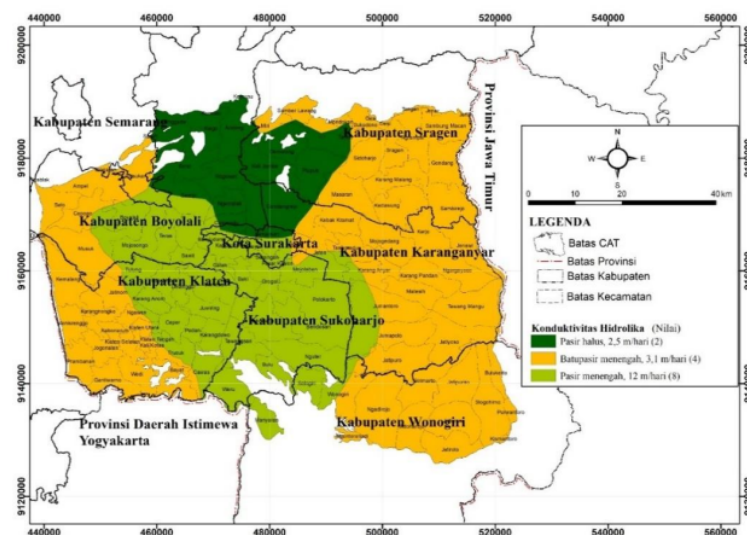
2,5 m/hari, sedangkan batupasir menengah memiliki nilai konduktivitas sebesar 3,1 m/hari, dan pasir menengah memiliki nilai konduktivitas sebesar 12 m/hari. Parameter konduktivitas hidrolika memiliki bobot yang cukup besar yaitu 3, karena berpengaruh terhadap kerentanan terhadap kontaminan. Masing-masing skor nilai konduktivitas disajikan di Tabel 6.

Tabel 7. Perhitungan Skor Parameter Konduktivitas Hidrolika

Konduktivitas hidrolika [m/hari]	Rating	Bobot	Skor
0,86 - 2,5	2	3	6
2,59 - 6,05	4	3	12
8,64 - 17,18	8	3	24
Jumlah			42



Gambar 9. Peta Zona Tak Jenuh Air



Gambar 10. Peta Konduktivitas Hidrolika

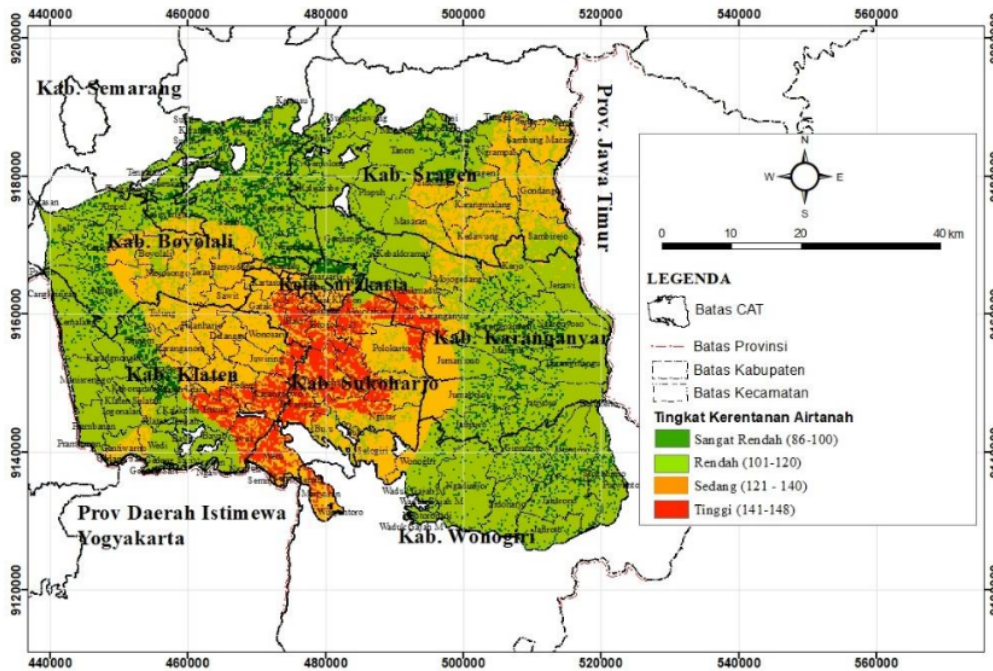
7.8. Kerentanan Airtanah terhadap Pencemaran Metode DRASTIC

Pada penelitian ini peta yang dihasilkan menggunakan metode DRASTIC yang diperoleh dari kegiatan hasil pengukuran di lapangan kemudian diolah menggunakan sistem informasi geografis, sehingga dapat mempermudah untuk melakukan pengolahannya dengan data spasial

yang dimiliki. Kemudian pada akhirnya diperoleh nilai-nilai rentang yang sudah ditetapkan dalam metode DRASTIC dan nilai tersebut nantinya akan dimasukkan kedalam rumus yang menghasilkan skor akhir, dimana akan diwujudkan dalam bentuk peta zonasi. Dari analisis tumpah tindi semua parameter DRASTIC maka diperoleh hasil DRASTIC Indeks (DI) yang terbagi menjadi 4

kelas (Gambar 11), yaitu nilai sangat rendah (86–100), rendah (101–120), sedang (121–140), dan

tinggi (141–148) seperti penelitian yang dilakukan oleh Pacheco, et al (2015).



Gambar 11. Peta Tingkat Kerentanan Airtanah

7.9. Kerentanan Sangat Rendah

Daerah yang memiliki nilai kerentanan sangat rendah, maka dapat dikatakan daerah tersebut tidak memungkinkan terjadinya kontaminasi pencemaran. Pada daerah lokasi penelitian dengan tingkat DI sangat rendah memiliki kedalaman muka airtanah sebesar 3–9 meter. Semakin dalam muka airtanah maka, kontaminan yang masuk melalui permukaan tanah menuju akuifer bebas akan memerlukan waktu yang cukup lama. Dari parameter jumlah *recharge* pada kondisi kerentanan sangat rendah memiliki nilai sebesar >254 mm/tahun. Media akuifer yang terdapat pada tingkatan ini termasuk kedalam breksi lapuk, dikarenakan pada umumnya daerah kerentanan sangat rendah terdapat pada daerah pegunungan dimana daerah pegunungan merupakan daerah yang tersusun dari produk vulkanik. Media tanah yang dimiliki pada kondisi ini tersusun atas non shrinking dan non agregat lempung, dimana penyusun permukaan tanah pada kondisi tersebut merupakan material yang tidak solid dan memiliki tingkatan porositas yang baik. Untuk zona *Vadoze* pada kondisi ini tersusun atas pasir dan krikil, dari kondisi ini dapat dikatakan bahwa kontaminan dapat masuk dengan mudah karena ukuran butirnya berupa pasir. Konduktivitas hidrolika pada daerah tingkat kerentanan sangat rendah memiliki nilai

2,59–6,05 m/hari. Dengan demikian walaupun penyusun batuan merupakan daerah yang memiliki jenis porositas yang baik, dikarenakan dengan kelerengan yang dimiliki sebesar $>18\%$ dan merupakan daerah yang baik untuk *recharge* maka kontaminan yang masuk akan terbawa oleh air hujan yang masuk, daya tinggal kontaminan tidak akan terlalu lama diakibatkan kondisi topografi yang relatif tinggi, dan pada umumnya pada daerah dengan tingkat kerentanan sangat rendah sangat sedikit ditemukan industri dan pemukiman. Penyebaran kerentanan sangat rendah banyak ditemukan di Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Karanganyar.

7.10. Kerentanan Rendah

Dilihat dari kondisi DI pada daerah yang memiliki kerentanan rendah dapat dikatakan bahwa pada daerah tersebut memungkinkan dapat terjadi pencemaran dengan intensitas kecil yang disebabkan pembuangan polutan yang dilakukan secara berkala. Daerah lokasi penelitian dengan tingkat DI rendah memiliki kedalaman muka airtanah sebesar 1,5–9 meter, sehingga kondisi sumur semakin dalam maka kontaminan yang akan masuk menuju akuifer bebas semakin lama. Jumlah *recharge* pada kondisi kerentanan rendah memiliki nilai sebesar 103–178 mm/tahun dan >254 mm/tahun. Media penyusun akuifer yang terdapat pada tingkatan ini

termasuk kedalam breksi lapuk, dan batupasir tipis, shale, dan batugamping. Dari penyusun akuifer tersebut dapat diketahui bahwa media tersebut merupakan media yang memiliki porositas yang kurang baik oleh sebab dapat menghambat kontaminan yang akan menuju ke zona jenuh air. Media tanah yang dimiliki pada kondisi ini tersusun atas non shrinking dan non agregat lempung, dimana penyusun permukaan tanah pada kondisi tersebut merupakan material yang tidak solid dan memiliki tingkatan porositas yang baik. Untuk zona *Vadoze* pada kondisi ini tersusun atas pasir dan krikil, dan shale dan krikil dengan lanau dan lempung, sehingga kontaminan dapat masuk dengan mudah. Konduktivitas hidrolika pada daerah tingkat kerentanan rendah memiliki nilai 0,86–2,5 m/hari dan 2,59–6,05 m/hari. Kondisi topografi pada daerah ini memiliki nilai sebesar 2-18 %. Kondisi kelereng menunjukkan bahwa kemiringan lereng cukup tinggi, sehingga dapat menghambat kontaminan yang menuju zona jenuh air karena akan lebih dominan mengalir sebagai aliran permukaan/*runoff*. Penyebaran kerentanan rendah ditemukan di sebagian Kabupaten Boyolali, Kabupaten Sragen, Kabupaten Klaten dan Kabupaten Karanganyar.

7.11 Kerentanan Sedang

Pada daerah yang memiliki tingkat kerentanan sedang memiliki sifat yaitu dapat tercemar oleh sebagian polutan yang dibuang secara terus-menerus. Daerah dengan kategori tingkat kerentanan sedang memiliki kedalaman muka airtanah berkisar 0-9 meter. Dengan kondisi kedalaman muka airtanah yang bervariasi ini maka apabila kondisi kedalaman muka kedalaman muka airtanah cukup dangkal maka polutan akan masuk dengan cepat menuju zona jenuh air, dan apabila kedalaman muka airtanah semakin dalam maka polutan akan menuju akuifer bebas memerlukan waktu yang lama. Jumlah *recharge* yang dimiliki pada tingkat sedang ini memiliki nilai >254 mm/tahun. Media penyusun akuifer pada kondisi ini terdiri dari batuan beku lapuk, batupasir tipis, shale, dan batugamping, dan pasir dan krikil. Media tanah yang dimiliki pada tingkat kerentanan sedang tersusun atas loam dan non shrinking dan non agregat lempung, sedangkan untuk zona *vadoze* tersusun atas pasir dan krikil, dan shale dan krikil dengan lanau dan lempung cukup, dimana dengan kondisi ini kedua parameter tersebut memiliki ruang antar butir yang tidak terlalu rapat dan memiliki sifat permeabel sehingga mampu membawa kontaminan menuju akuifer bebas dengan cukup mudah dan tidak memerlukan waktu yang lama. Kondisi kelereng topografi berkisar 0-6%, sehingga daerah ini termasuk daerah yang relatif datar, mengakibatkan kontaminan lebih mudah menuju zona jenuh air. Kerentanan sedang

banyak tersebar di Kabupaten Boyolali, Kabupaten Sragen, sebagian Kabupaten Karanganyar, dan Kabupaten Klaten.

7.12 Kerentanan Tinggi

Pada kondisi ini daerah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi akan dapat tercemar oleh semua polutan, akan tetapi ada beberapa yang tidak dapat yaitu dengan kondisi yang memerlukan daya serap tinggi dan mudah berubah-ubah secara tiba-tiba. Daerah dengan kategori tingkat kerentanan tinggi memiliki kedalaman muka airtanah berkisar 0-3 meter, sehingga kontaminan lebih cepat masuk menuju zona jenuh air. Jumlah *recharge* yang dimiliki pada tingkat kerentanan tinggi ini memiliki nilai 103-178 mm/tahun serta >254 mm/tahun. Media penyusun akuifer pada kondisi ini tersusun atas batupasir tipis, shale, dan batugamping, dan pasir dan krikil, dan Pasir dan krikil, dengan penyusun material tersebut memiliki tingkat porositas yang cukup baik, sehingga kontaminan yang akan masuk menuju akuifer bebas juga akan semakin cepat. Media tanah pada kondisi ini tersusun atas loam dan non shrinking dan non agregat lempung, sedangkan untuk zona *vadoze* tersusun shale dan krikil dengan lanau dan lempung cukup, dimana dapat dilihat kedua parameter tersebut memiliki ruang antar butir yang tidak terlalu rapat dan memiliki sifat permeabel yang cukup baik oleh karena itu air yang membawa kontaminan akan masuk menuju akuifer bebas dengan cukup mudah dan tidak memerlukan waktu yang lama. Kondisi kelereng topografi berkisar 0-6% dapat dikatakan pada daerah ini termasuk daerah yang landai, sehingga memungkinkan polutan akan masuk menuju akuifer bebas lebih cepat. Kerentanan tinggi banyak tersebar di wilayah Kota Surakarta dan Kabupaten Sukoharjo.

8. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil kerentanan yang diperoleh dari metode *DRASTIC*, pada daerah CAT Karanganyar-Boyolali didapatkan 4 tingkat kerentanan diantaranya kerentanan sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi.

- Tingkat kerentanan sangat rendah bersifat tidak memungkinkan terjadinya kontaminasi pencemaran. Saran yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pemantauan berkala tentang penggunaan lahan secara tepat guna.
- Tingkat kerentanan rendah bersifat dapat tercemar dengan intensitas kecil disebabkan oleh pembuangan polutan yang dibuang secara berkala. Saran yang dapat dilakukan yaitu pemantauan lahan secara periodik dan pemantauan penggunaan pupuk dikalangan

- petani, dengan takaran yang tidak melebihi batas.
- c. Tingkat kerentanan sedang bersifat akan dapat tercemar oleh polutan namun pencemaran tersebut terjadi oleh sebagian polutan yang dibuang secara terus-menerus dan berkala. Saran yang dapat dilakukan yaitu perlu adanya sosialisasi ke masyarakat tentang pembuangan dan pengelolaan limbah yang berdekatan dengan sumur gali, dan melakukan pemantauan kuantitas dan kualitas airtanah secara periodik yang bertujuan untuk mengetahui dan mengontrol tingkat pencemaran yang terjadi.
 - d. Tingkat kerentanan tinggi bersifat dapat tercemar oleh semua polutan, akan tetapi ada beberapa polutan yang tidak dapat terserap yaitu dengan kondisi yang memerlukan daya serap tinggi dan mudah berubah-ubah secara tiba-tiba. Saran yang dapat dilakukan yaitu melakukan pembuatan sumur pantau agar dapat diketahui kualitas dan kuantitas airtanah pada daerah tersebut, dan pembuatan peraturan daerah tentang tata cara pembuatan pengelolaan dan konstruksi pembuangan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aller, L., Bennet, T., Lehr, J.H., Petty, R.J. 1987.*DRASTIC: A Standardized System For Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeological Settings*, EPA.
- Ananda, Mufti., Andre, P.H., Endang P. 2016.*Studi Kerentanan Polusi Airtanah Di Tempat Pembuangan Sampah Ngijo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Metode DRASTIC*. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Boyolali. 2016.*Kabupaten Boyolali Dalam Angka*, Boyolali : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karanganyar. 2016.*Kabupaten Karanganyar Dalam Angka*, Karanganyar : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Klaten. 2016.*Kabupaten Klaten Dalam Angka*, Klaten : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sragen. 2016.*Kabupaten Sragen Dalam Angka*, Sragen : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Surakarta. 2016.*Kota Surakarta Dalam Angka*, Kota Surakarta : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sukoharjo. 2016.*Kabupaten Sukoharjo Dalam Angka*, Sukoharjo : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Wonogiri. 2016.*Kabupaten Wonogiri Dalam Angka*, Wonogiri : Badan Pusat Statistik.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Tengah. 2010.*Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2010-2030*. Semarang : Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah.
- Civita, M.V. 2010. The combined approach when assessing and mapping groundwater vulnerability to contamination. *J. Water Resource and Protection*, 2, 14-28.
- Danaryanto, H. 2005.*Air Tanah Di Indonesia dan Pengelolaannya*. Jakarta : Departemen ESDM.
- Djaeni, A. 1982.*Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Yogyakarta Skala 1:250.000*. Bandung : Direktorat Geologi Geologi Tata Lingkungan.
- Ferreira, J.P.L., A.G. Catharina, Diamantio, Henriques, M.J. 2005. *Assesing Aquifer Vulnerability to Seawater Intrusion Using GALDIT Metod*, Part 1 Application to the Potuguse Aquifer of Monte Gordo, Four Inter Colloq, Hydrol.
- Foster, S., dan Hirata, R. 1988. *Groundwater Pollution Risk Assessment a methodology using available data*. Peru : World Health Organization.
- Gogu, R.C., dan Dassargues, A. 2000. Current trends and future challenges on groundwater vulnerability assessment using overlay and index metod. *Jurnal Environmental Geology*, 549-59.
- Hadi, S. 2006. *Penilaian Kerentanan Airtanah di Bandung*. Buletin Geologi Tata Lingkungan, 16(2), 13-23.
- Harter, T., dan Walker, L.G. 2001. *Booklet: Assessing Vulnerability of Groundwater*. California Departement of Health Services.
- Hatori, C.A. 2008. *Studi Kerentanan Air Laut di Kota Semarang* (Tesis). Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada, tidak dipublikasikan.
- Kesuma, Destha A. 2017. *Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Di Cekungan Airtanah (CAT) Salatiga* (Tesis). Semarang : Universitas Diponegoro.
- Pacheco, F.A.L., Pires, L.M.G.R., Santos, R.M.B., dan Fernandes, L.F.S. 2015. *Factor Weighting In DRASTIC Modeling*. Science of the Total Environment 505 (2015) 474-486.
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Cekungan Airtanah.
- Putranto, T.T. 2013. *Hydrological and numerical groundwater flow model in Semarang, Indonesia*, Germany: RWTH Aachen University.
- Rahaningmas, F. S. 2017. *Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Di Kota Wonosari dan Sekitarnya Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta* (Tesis). Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada, Tidak dipublikasikan.
- Sampurno, dan Samodra, H. 1997. *Peta Geologi Skala 1:100.000 Lembar Ponorogo, Jawa Tengah*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Stempvort, D.V., Ewert, L., dan Wassenaar, L. 1993. Aquifer Vulnerability Index; A Gis-Compatible Metod for Groundwater Vulnerability Mapping, *Canadian Water Resources Journal*, 18.1, 25-37.
- Sukardi, dan Budhitrisna, T. 1992. *Peta Geologi Skala 1:100.000 Lembar Salatiga, Jawa Tengah*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Surono, B. Toha, dan I. Sudarno. 1992. *Peta Geologi Skala 1:100.000 Lembar Surakarta-Giritronto Jawa Tengah*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrogeology*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Widyastuti, M., Sudarto, N., Komang, A. 2006. Pengembangan Metode 'DRASTIC' Untuk Prediksi Kerentanan Airtanah Bebas Terhadap Pencemaran Di Sleman. *Majalah Geografi Indonesia Vol 20, No 1*, ISSN 0125-1790.
- Yuslihanu, F. 2015. *Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Kontaminan Menggunakan Metode Drastic Di Kota Pekalongan, Jawa Tengah* (Skripsi). Semarang : Universitas Diponegoro.

Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

lib.geo.ugm.ac.id

Internet Source

<1 %

2

Submitted to Coventry University

Student Paper

<1 %

3

hdl.handle.net

Internet Source

<1 %

4

publicahealth.wordpress.com

Internet Source

<1 %

5

journal.unilak.ac.id

Internet Source

<1 %

6

greencampus.uns.ac.id

Internet Source

<1 %

7

Antonakos, A.K.. "Development and testing of three hybrid methods for the assessment of aquifer vulnerability to nitrates, based on the drastic model, an example from NE Korinthia, Greece", Journal of Hydrology, 20070215

Publication

<1 %

8	Arista Mandagi, Luther Latumakulita, Altien Rindengan. "Identifikasi Tingkat Kesehatan Karang Berdasarkan Coral Health Chart Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Metode Kuadrat Terkecil", d'CARTESIAN, 2015 Publication	<1 %
9	Rizka Amalia, Arya Hadi Dharmawan, Lilik Budi Prasetyo, Pablo Pacheco. "Oil Palm Plantation Expansion and Governance", International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 2022 Publication	<1 %
10	adoc.pub Internet Source	<1 %
11	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
12	jcreview.com Internet Source	<1 %
13	journal.sttnas.ac.id Internet Source	<1 %
14	bernasnews.com Internet Source	<1 %
15	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
16	solo.tribunnews.com Internet Source	<1 %

17

Jupitar Jupitar, Susiana Susiana, Febrianti Lestari. "Tingkat pemanfaatan ikan kaci-kaci (*Diagramma pictum*) pada perairan Mapur yang didaratkan di Desa Kelong, Kabupaten Bintan, Indonesia", *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 2020

Publication

<1 %

18

journal.ubb.ac.id

Internet Source

<1 %

19

Bashir Rahmani, Saman Javadi, Seied Mehdy Hashemy Shahdany. "Evaluation of aquifer vulnerability using PCA technique and various clustering methods", *Geocarto International*, 2019

Publication

<1 %

20

Priyank Patel, Darshan Mehta, Neeraj Sharma. "A review on the application of the DRASTIC method in the assessment of groundwater vulnerability", *Water Supply*, 2022

Publication

<1 %

Exclude quotes

Off

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

On

Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Airtanah (Cat) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14