

## Potensi Kerentanan Airtanah dan Air Permukaan Akibat Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Milangasri

Akhmad Pancang Bintang Kusuma<sup>1,a)</sup>, Andi Renata Ade Yudono<sup>2,b)</sup>, Ika Wahyuning Widiarti<sup>3,c)</sup>

<sup>1)2)3)</sup> Jurusan Teknik lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

<sup>a)</sup>Corresponding Author : Akhmadpancang.bk@gmail.com

<sup>b)</sup>ade.yudono@upnyk.ac.id

<sup>c)</sup>ika.widiarti@upnyk.ac.id

### ABSTRAK

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Milangasri berada di Desa Purwosari, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) di TPA Sampah Milangasri tidak berfungsi maksimal untuk mengolah air lindi, sehingga air lindi langsung mengalir ke dalam sungai yang berada di tengah-tengah timbunan sampah TPA Sampah Milangasri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan airtanah dan air permukaan akibat kegiatan TPA Sampah Milangasri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan pemetaan, metode matematis dan metode analisis deskriptif. Potensi kerentanan airtanah diketahui menggunakan metode *Legrand* dan untuk mengetahui potensi kerentanan air permukaan menggunakan metode PCSM (*Point Count System Model*). Hasil penelitian yang didapatkan bahwa potensi kerentanan airtanah termasuk ke dalam kelas potensi kerentanan airtanah kecil dengan nilai 25,3 dan 25,75. Potensi kerentanan air permukaan memiliki dua klasifikasi kelas yaitu kelas potensi kerentanan air permukaan cukup rentan mendapat nilai 37 dan 40 dengan luas 620 Ha dan rentan mendapat nilai 31 dan 34 dengan luas 2068 Ha.

**Kata Kunci:** *Legrand*; PCSM; Potensi Kerentanan Airtanah; Potensi Kerentanan Air Permukaan; TPA Sampah Milangasri

### ABSTRACT

*Milangasri landfill in Purwosari Village, Magetan District, Magetan Regency, East Java. Milangasri landfill is the only processing final waste in Magetan Regency, East Java. The Leachate Treatment Installation (IPL) at the Milangasri landfill does not optimally treat leachate, so the leachate flows directly into the river which is in the middle of the Milangasri landfill waste pile. The purpose of this research aims to determine the level of groundwater and surface water vulnerability due to the activities of the Milangasri landfill. The methods used in this research are survey and mapping methods, mathematical methods and descriptive analysis methods. Determination of the level groundwater vulnerability is to use *Legrand* method, and to determine the potential surface water vulnerability using the PCSM (*Point Count System Model*) method. The results is the potential for groundwater vulnerability is included in the class of small groundwater vulnerability potential with values of 25,3 and 25,75. The potential vulnerability of surface water has two class classifications, namely the class of potential vulnerability to surface water which is quite vulnerable scoring 37 and 40 with an area of 620 Ha and vulnerable scoring 31 and 34 with an area of 2068 Ha.*

**Keywords:** *Legrand*; PCSM; Vulnerability Potential Groundwater; Surface Water Vulnerability Potential; Milangasri Landfill

### PENDAHULUAN

Sampah di Indonesia masih menjadi permasalahan yang serius. Peningkatan pertumbuhan penduduk di Indonesia merupakan salah satu faktor penyebab permasalahan sampah di Indonesia. Peningkatan pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya aktivitas penduduk dalam menghasilkan sampah. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Milangasri merupakan satu-satunya Tempat Pemrosesan Akhir Sampah yang berada di Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. TPA Sampah Milangasri menampung sampah-sampah yang berasal dari seluruh kecamatan di Kabupaten Magetan. Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) di TPA Sampah Milangasri tidak berfungsi maksimal untuk mengolah air lindi, sehingga air lindi langsung mengalir ke dalam sungai yang berada di tengah-tengah timbunan sampah TPA Sampah Milangasri.

Air merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Menurut Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1451 K/10/2000 airtanah adalah air yang terdapat dalam lapisan atau bebatuan di bawah permukaan tanah. Air permukaan merupakan bagian dari air hujan yang tidak mengalami infiltrasi. Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, rawa dan badan air lainnya yang tidak mengalami infiltrasi (Çinar dan Merdun, 2009 dalam Hermin dkk, 2017). Tidak berfungsi secara maksimalnya IPL yang ada di TPA Sampah Milangasri menjadikan daerah di sekitar TPA Sampah Milangasri memiliki potensi kerentanan airtanah dan air permukaan. Air lindi yang tidak diproses dengan baik akan langsung meresap ke dalam tanah dan berpotensi mencemari airtanah. Terindikasinya pencemaran airtanah dapat dilihat pada ketiga sumur pantau yang berwarna hitam keruh dan berbau tidak sedap dan terindikasinya pencemaran air permukaan yang terjadi terlihat dari air lindi yang langsung masuk ke badan sungai. sungai yang berada di tengah-tengah timbunan sampah memiliki sifat aliran sungai *influent*.

Kerentanan terhadap air berhubungan dengan tingkat kemudahan zat pencemar untuk mempengaruhi kualitas air, baik air permukaan maupun airtanah. Kontaminasi dari faktor fisik dan non fisik dapat menjadi salah satu penyebab yang akan merubah kualitas air. Kerentanan air merupakan ukuran tingkat kesulitan dan kemudahan zat tercemar untuk masuk dalam air. Hal yang membedakan antara kerentanan airtanah dan air permukaan adalah skor dari variabel dan bobot dari parameter yang digunakan untuk menilai kerentanan (Harter dan Larry, 2008 dalam Husein dan Werdiningsih, 2012). Suatu daerah akan memiliki tingkat kerentanan yang berbeda-beda terhadap pencemaran airtanah dan air permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan airtanah dan air permukaan di daerah penelitian akibat kegiatan TPA Sampah Milangasri.

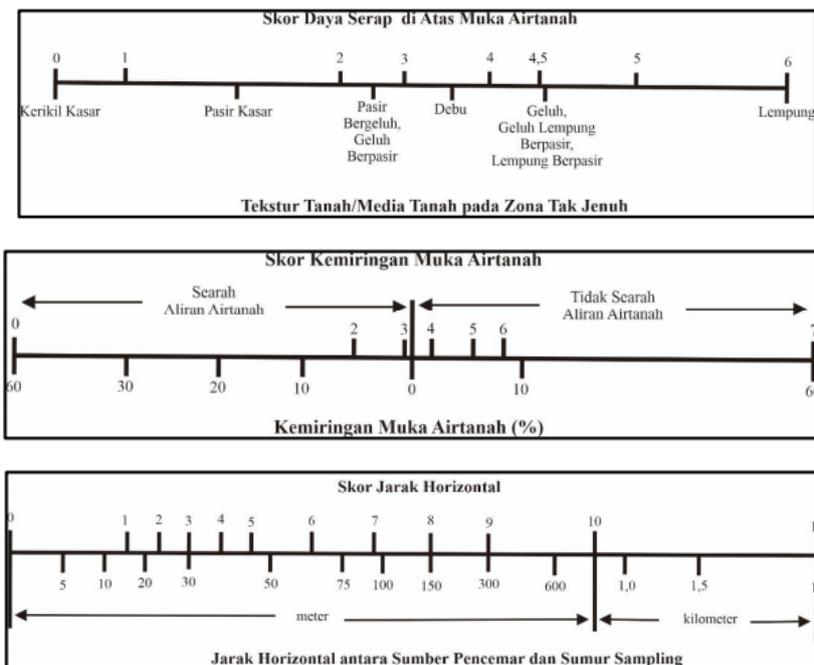
**METODE**

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa metode untuk memperoleh data yang faktual dan akurat. Metode yang digunakan pada penelitian yaitu metode survei dan pemetaan, metode matematis berupa metode pengembangan *LeGrand*, metode PCSM, metode analisa laboratorium, dan metode analisis deskriptif. Pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan merupakan cara untuk memperoleh data primer yang dibutuhkan. Metode yang digunakan untuk mengetahui zonasi tingkat kerentanan airtanah adalah metode *LeGrand* dan untuk mengetahui tingkat kerentanan air permukaan menggunakan metode PCSM.

**1. Analisis Potensi Kerentanan Airtanah Metode *LeGrand***

Metode *LeGrand* digunakan untuk mengetahui tingkat kerentanan airtanah terhadap suatu sumber pencemar dengan memperhatikan parameter tertentu. Kondisi hidrogeologi secara alami dapat menyebabkan terjadinya pencemaran airtanah. Evaluasi potensi pencemaran airtanah dari suatu sumber pencemar dapat didasarkan oleh lima faktor lingkungan fisik (Todd, 1980 dalam Muryani, 2012). Parameter yang digunakan dalam metode *LeGrand* yaitu, kedalaman muka airtanah, permeabilitas akuifer, daya serap di atas muka airtanah, kemiringan muka airtanah dan jarak horizontal sumur dengan sumber pencemar. Skoring pada setiap parameter *LeGrand* dapat dilihat pada gambar 1. Hasil pembobotan parameter kemudian dianalisis secara deskriptif sesuai dengan tabel 1. Terdapat lima kelas potensi kerentanan airtanah menurut metode *LeGrand*. Kelas sangat besar dengan nilai 0-4, kelas besar dengan nilai 5-8, kelas sedang dengan nilai 9-12, kelas kecil dengan nilai 13-25 dan kelas sangat kecil dengan nilai 26-35.





Gambar 1. Skoring pada setiap parameter Metode Legrand  
Sumber: Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

Tabel 1. Nilai Total Pengharkatan (Skoring) dan Kelas Potensi Kerentanan

Skor Total	Kelas Potensi Kerentanan Airtanah
0-4	Sangat Besar (sangat mudah tercemar)
5-8	Besar (dapat atau mungkin tercemar)
9-12	Sedang (mungkin tercemar tadpi sedikit)
13-25	Kecil (sangat sulit tercemar)
26-35	Sangat Kecil (hampir tidak mungkin tercemar)

Sumber: Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

## 2. Analisis Potensi Kerentanan Air Permukaan Metode PCSM

Metode PCSM merupakan metode yang menggunakan rating/skor multiparameter (Hussein dan Werdiningsih, 2012). Parameter yang digunakan dalam metode PCSM yaitu curah hujan, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan. Setiap parameter memiliki bobot dari 1–3, sedangkan harkat pada setiap parameter bernilai 1–10. Semakin tinggi nilai total yang didapat, menggambarkan semakin rentan variabel tersebut dalam mempengaruhi kerentanan air permukaan dan berlaku pula sebaliknya.

Tabel 2. Skor Parameter Kemiringan Lereng

Skor (%)	Kemiringan Lereng
<8	2
8-15	4
15-25	6

Sumber: Eimers, et al, 2000 dalam Nurkholis, 2016

Tabel 3. Skor Parameter Penggunaan Lahan

Skor	Penggunaan Lahan
1	Tubuh Air

4	Semak Belukar
5	Kebun
6	Tegalan
7	Sawah
8	Pemukiman

Sumber: Eimers, et al, 2000 dalam Nurkholis, 2016

**Tabel 4.** Skor Parameter Curah Hujan

Skor	Curah Hujan (mm/hari)
5	1500-2000
7	2000-2500
9	2500-3000
10	>3000

Sumber: Eimers, et al, 2000 dalam Nurkholis, 2016

**Tabel 5.** Kelas Kerentanan Air Permukaan terhadap Pencemaran

Kelas	Interval
Tidak Rentan	15 - 22
Agak Rentan	22 - 29
Rentan	29 - 36
Cukup Rentan	36 - 43
Sangat Rentan	43 - 50

Sumber: Eimers, et al, 2000 dalam Nurkholis, 2016

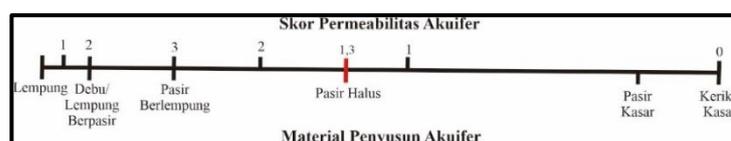
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Potensi Kerentanan Airtanah Metode Legrand

Evaluasi potensi kerentanan airtanah berdasarkan metode *legrand*. Pembobotan pada metode *legrand* ditinjau dari besar kecilnya pengaruh dari setiap parameter terhadap pencemaran. Nilai skor tinggi dalam parameter *legrand* mengartikan bahwa parameter tersebut memiliki dampak yang kecil terhadap potensi pencemaran. Skoring dilakukan menggunakan dua titik sumur bor yaitu, sumur bor Banjarmelati dan sumur bor Purwosari.

#### a. Permeabilitas akuifer

Nilai permeabilitas akuifer ditentukan dari jenis material penyusun akuifer. Jenis batuan sangat berperan dalam mencegah atau mengurangi pencemaran air tanah dan air permukaan secara alami yang berasal dari leachate (air lindi). Menentukan nilai permeabilitas akuifer dapat menggunakan dua metode yaitu metode *Pumping test* dan metode analisis data stratigrafi sumur bor/sumur dalam di lokasi penelitian. Nilai permeabilitas akuifer pada penelitian ini menggunakan metode analisis data stratigrafi sumur bor. Data sumur bor didapat dari PDAM Kabupaten Magetan, Jawa Timur. Data sumur bor yang didapat pada lokasi penelitian material penyusun akuifer adalah pasir halus. Berdasarkan nomogram metode *legrand* pasir halus mendapatkan skor 1,3. Semakin kecil nilai skor yang didapat permeabilitas akuifer maka parameter permeabilitas akuifer memiliki dampak yang besar terhadap potensi kerentanan airtanah.



**Gambar 2.** Skor Permeabilitas Akuifer.  
Sumber: Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

**b. Daya serap di atas muka air tanah**

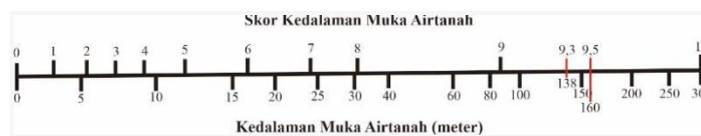
Daya serap di atas muka airtanah ditentukan dengan cara pengecekan secara langsung tekstur tanah di sekitar sumur. Tekstur tanah yang ada menentukan cepat atau lambatnya pencemar masuk ke dalam air. Jenis tanah yang ada di lokasi penelitian adalah tanah regosol. Tanah regosol di lapangan memiliki tekstur kasar atau kandungan pasir tinggi dengan sedikit geluh. Hasil skoring nomogram metode *legrand* tekstur tanah geluh berpasir memiliki skor yaitu 2,5. Skor ini menunjukkan bahwa potensi tanah bertekstur geluh berpasir dalam pencemaran airtanah semakin besar.



**Gambar 3.** Skor Daya Serap di Atas Muka Airtanah.  
 Sumber : Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

**c. Kedalaman muka airtanah**

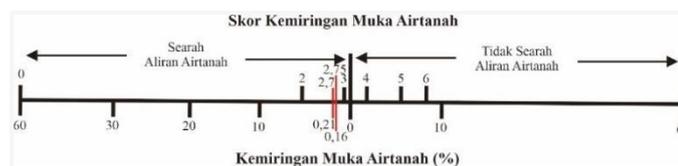
Nilai kedalaman muka airtanah didapat dari analisis data stratigrafi sumur bor. Data sumur bor didapat dari PDAM Kabupaten Magetan, Jawa Timur. Analisis data stratigrafi dilakukan karena hanya terdapat dua sumur bor tanpa adanya sumur gali, sehingga tidak dapat dilakukan pengamatan secara langsung mengenai kedalaman muka airtanah. Dua sumur bor yang terdapat di lokasi penelitian yaitu sumur bor Banjar Melati dan sumur bor Purwosari. Kedalaman sumur bor Banjarmelati yaitu 138 meter. Kedalaman sumur bor Purwosari yaitu 160 meter. Hasil skoring menggunakan nomogram metode *legrand* didapatkan nilai sebesar 9,3 untuk sumur bor Banjar Melati dan 9,5 untuk sumur bor Purwosari. Semakin dalam muka airtanah maka semakin lama dan jauh polutan menuju airtanah.



**Gambar 4.** Skor Kedalaman Muka Airtanah.  
 Sumber: Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

**d. Kemiringan muka airtanah**

Nilai skor kemiringan muka airtanah ditentukan dari perhitungan selisih nilai tinggi muka airtanah tertinggi dikurangi terendah dibagi dengan jarak horizontal antar kedua sumur. Secara harfiah air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Hasil perhitungan kemiringan muka airtanah sumur bor Banjar Melati yang didapat menunjukkan nilai sebesar 0,16% dan sumur bor Purwosari sebesar 0,21%. Hasil perhitungan tersebut kemudian diskoring menggunakan nomogram metode LeGrand. Skor kemiringan muka airtanah menggunakan nomogram LeGrand menunjukkan nilai 2,75 dan 2,7.

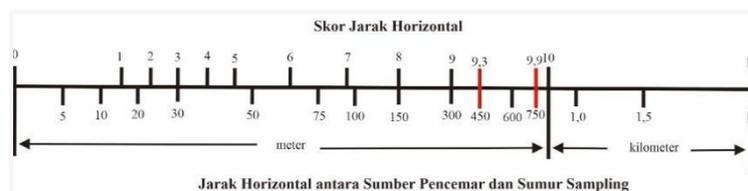


**Gambar 5.** Skor Kemiringan Muka Airtanah.  
 Sumber: Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

**e. Jarak horizontal sumur sampel dengan sumber pencemar**

Nilai jarak horizontal sumur sampel dengan sumber pencemar ditentukan dari jarak antara lokasi sumur sampel dengan sumber pencemar yaitu TPA Sampah Milangasri. Pengambilan data jarak

horizontal dilakukan pada dua titik sumur bor yaitu sumur bor Banjar Melati dan sumur bor Purwosari. Semakin dekat jarak sumur dengan sumber pencemar maka akan semakin besar pula potensi kerentanan airtanah di lokasi penelitian. Jarak horizontal terhadap sumber pencemar dengan sumur bor Banjar Melati sejauh 750 meter. Jarak horizontal sumber pencemar dengan sumur bor Purwosari sejauh 450 meter. Skor yang didapat menggunakan nomogram metode *Legrand* menunjukkan nilai yang besar yaitu 9,9 untuk sumur bor Banjar Melati dan 9,3 untuk sumur bor Purwosari. Parameter ini merupakan parameter kunci atau parameter terpenting untuk mengetahui potensi kerentanan airtanah dengan sumber pencemar satu lokasi atau (*point source*).



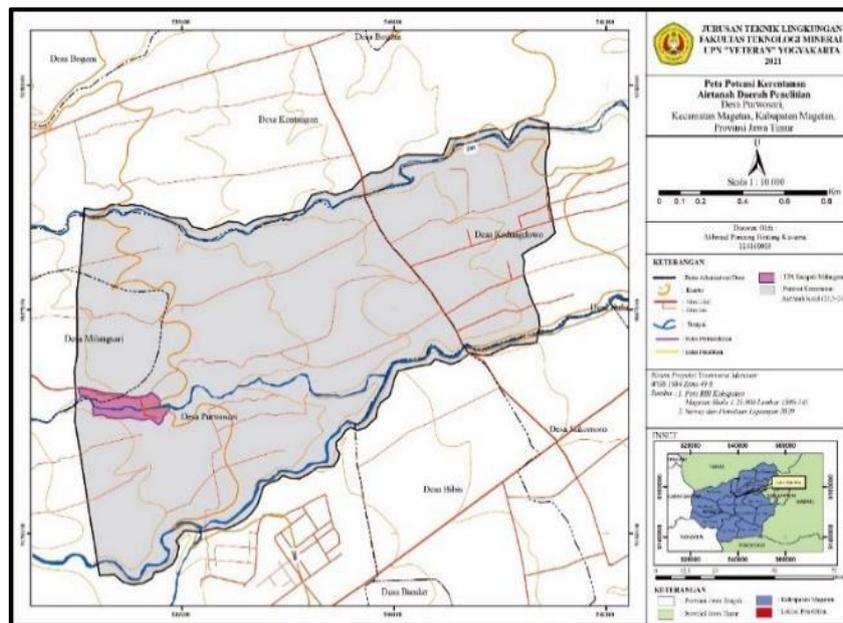
**Gambar 6.** Jarak Horizontal Sumur Sampel dengan Sumber Pencemar.  
Sumber: Todd, 1980 dalam Thomas, 2019

**Tabel 6.** Kelas Potensi Kerentanan Airtanah dengan Metode *Legrand*

Parameter	Sumur Bor 1 Banjarmelati	Sumur Bor 2 Purwosari
Permeabilitas Akuifer	Pasir Halus	Pasir Halus
Skor	1,3	1,3
Daya Serap di Atas Muka Airtanah	Geluh Berpasir	Geluh Berpasir
Skor	2,5	2,5
Kedalaman Airtanah	138	160
Skor	9,3	9,5
Kemiringan Muka Airtanah (%)	0,16%	0,21%
Skor	2,75	2,7
Jarak Horizontal	750	450
Skor	9,9	9,3
Skor Total	25,75	25,3
Kelas Potensi Kerentanan Airtanah	Kecil	Kecil

Sumber: Penulis, 2021

Potensi kerentanan airtanah di sekitar TPA Sampah Milangasri dapat diperoleh dari jumlah skor lima parameter metode *Legrand*. Skoring dilakukan dengan menggunakan 2 titik sumur bor yang berada di daerah penelitian. Berdasarkan hasil skoring, potensi kerentanan airtanah di sekitar TPA Sampah Milangasri termasuk dalam kategori kelas potensi kerentanan airtanah kecil dengan nilai 25,75 untuk sumur bor Banjarmelati dan nilai 25,3 untuk sumur bor Purwosari. Kelas potensi kerentanan airtanah kecil menunjukkan bahwa daerah penelitian sangat sulit tercemar. Parameter kedalaman airtanah dan jarak horizontal dari sumber pencemar merupakan parameter yang memiliki skor tinggi. Kedalaman airtanah di daerah penelitian yang cukup dalam dan jarak horizontal antara sumur dengan sumber pencemar yang cukup jauh menyebabkan polutan sangat sulit masuk ke dalam airtanah.



**Gambar 7.** Peta Potensi Kerentanan Airtanah  
Sumber: Penulis, 2021

## 2. Potensi Kerentanan Air Permukaan Metode PCSM

Evaluasi potensi kerentanan air permukaan berdasarkan metode PCSM menggunakan tiga parameter fisik. Parameter yang digunakan adalah kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan curah hujan. Air permukaan di lokasi penelitian merupakan Sungai Temenggungan dan Sungai Baluk.

### a. Kemiringan lereng

Nilai parameter dari kemiringan lereng didapat dari perhitungan pola kontur peta topografi daerah penelitian. Nilai perhitungan pola kontur yang didapat kemudian disesuaikan dengan klasifikasi Van Zuidam. Nilai bobot kemiringan lereng untuk tingkat kerentanan adalah 1. Dibandingkan dengan parameter lainnya parameter kemiringan lereng memiliki bobot skor paling rendah. Daerah penelitian memiliki kemiringan lereng yang masuk pada klasifikasi topografi datar-hampir datar (0-2%). Lereng yang curam menghasilkan *runoff* yang lebih banyak daripada air yang dapat terinfiltrasi. Meningkatnya nilai infiltrasi membantu mempercepat pergerakan kontaminan masuk kedalam airtanah. Prinsip gravitasi akan mempercepat pergerakan kontaminan menuju airtanah (Yudono, 2014).

### b. Curah Hujan

Nilai parameter curah hujan ditentukan dengan analisis data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Magetan tahun 2010-2019. Data yang diperoleh menunjukkan curah hujan di lokasi penelitian berkisar 2014,06 mm/tahun. Menurut metode PCSM curah hujan memiliki nilai bobot 2. Skor yang didapat menggunakan metode PCSM menunjukkan nilai 7. Sehingga skor total setelah dikalikan dengan nilai bobot maka skor total curah hujan daerah penelitian sebesar 14. Curah hujan dapat membantu *transport* zat pencemar baik secara horizontal melalui runoff ataupun secara vertikal melalui infiltrasi. (Nurkholis, 2016).

### c. Penggunaan lahan

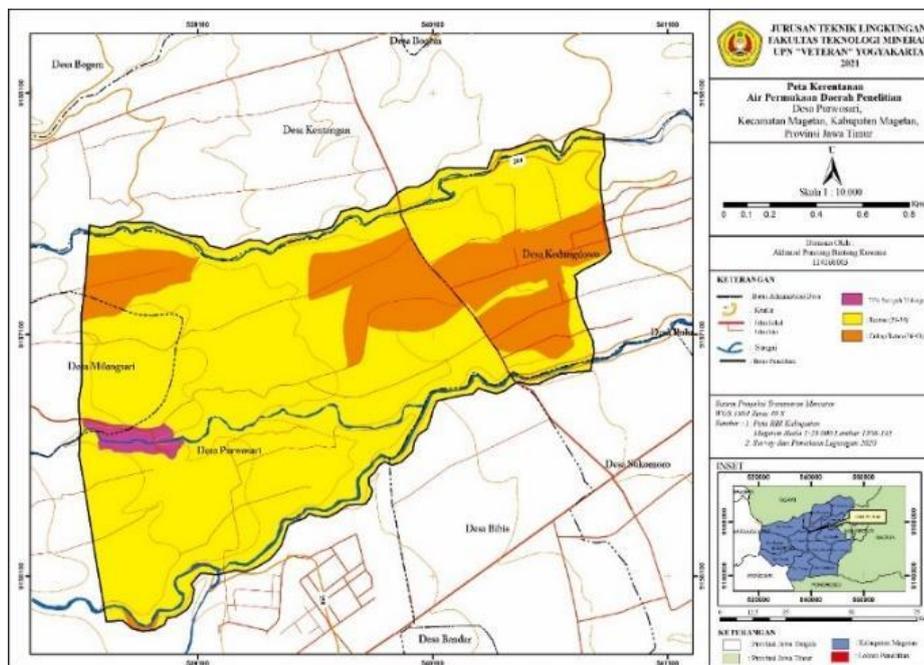
Terdapat empat jenis penggunaan lahan di lokasi penelitian, yaitu sawah tadah hujan, ladang, kebun, dan pemukiman. Jenis penggunaan lahan lokasi penelitian didominasi oleh sawah tadah hujan dengan luas 700,518 Ha. Nilai penggunaan lahan pada metode PCSM memiliki nilai bobot tertinggi diantara parameter kerentanan air permukaan yang lainnya, yaitu dengan nilai 3. Jenis penggunaan lahan sawah tadah hujan memiliki skor sebesar 21, penggunaan lahan ladang memiliki skor 18. Penggunaan lahan kebun memiliki skor sebesar 15. Penggunaan lahan pemukiman sebesar 24. Penggunaan lahan berpotensi menghasilkan limbah domestik maupun limbah dari pelarutan pupuk yang digunakan dalam pertanian (Nurkholis, 2016).

**Tabel 7.** Kelas Potensi Kerentanan Air Permukaan Metode PCSM

Kemiringan lereng (Bobot = 1)		Curah hujan (Bobot = 2)		Penggunaan lahan (Bobot =3)		Total skor (bobot x nilai)	Tingkat kerentanan
(%)	Skor	(mm/tahun)	Skor	Jenis	Skor		
0-2	2	2014,06	7	Pemukiman	8	40	Cukup rentan
0-2	2	2014,06	7	Sawah	7	37	Cukup rentan
0-2	2	2014,06	7	Ladang	6	34	Rentan
0-2	2	2014,06	7	Kebun	5	31	Rentan

Sumber: Penulis, 2021

Berdasarkan hasil total skor yang diperoleh daerah penelitian memiliki nilai potensi kerentanan air permukaan sebesar 31-40. Nilai skor 31 dan 34 termasuk dalam kategori kelas potensi kerentanan air permukaan cukup rentan. Nilai skor 37 dan 40 masuk dalam kelas potensi kerentanan air permukaan rentan. Luas daerah dengan tingkat potensi cukup rentan seluas kurang lebih 620 Ha. Luas daerah dengan tingkat potensi rentan seluas kurang lebih 2068 Ha. Kelas potensi kerentanan tidak rentan dan agak rentan menunjukkan bahwa daerah penelitian sangat sulit tercemar. Parameter kemiringan lereng dan parameter curah hujan merupakan parameter yang memiliki nilai cukup kecil. Kemiringan lereng yang datar menyebabkan air tidak dapat bergerak kemana-mana sehingga kemungkinan polutan berbergerak meluas menjauhi sumber pencemar sangat kecil



**Gambar 8.** Peta Kerentanan Air Permukaan.

Sumber: Penulis, 2010

## KESIMPULAN

Hasil perhitungan potensi kerentanan airtanah berdasarkan metode *legrand*, skoring dilakukan menggunakan dua titik sumur bor. Berdasarkan hasil skoring termasuk ke dalam kelas potensi kerentanan airtanah kecil dengan nilai 25,3 untuk sumur bor Banjarmelati dan 25,75 untuk sumur bor Purwosari. Klasifikasi kelas potensi kerentanan airtanah kecil menunjukkan bahwa daerah penelitian sangat sulit tercemar.

Hasil perhitungan metode PCSM, skoring dilakukan menggunakan tujuh titik pengambilan sampel. Berdasarkan hasil skoring termasuk ke dalam kelas potensi kerentanan air permukaan cukup rentan dan rentan. Klasifikasi cukup rentan memiliki nilai 37 dan 40 dengan luas 620 ha, sedangkan klasifikasi

rentan memiliki nilai 31 dan 34 dengan luas 2068 ha. Klasifikasi kelas potensi kerentanan air permukaan cukup rentan dan rentan menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki kemungkinan kecil tercemar.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis ucapan terima kasih kepada Bapak Herwin Lukito, S.T., M.Si. dan Bapak Dr. Jaka Purwanta, S.T., M.Si., C.E.I.A yang telah memberikan banyak kritikan dan saran yang membangun dalam penulisan penelitian “Potensi Kerentanan Airtanah dan Air Permukaan Akibat Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Milangasri, Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur” sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1451 K/10/2000 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Tugas Pemerintah di Bidang Pengelolaan Air Bawah Tanah
- Hermin Poedjiastoeti, dkk. (2017). *Penilaian Kerentanan Air Permukaan terhadap Pencemaran di Sub DAS Garang Hilir Berbasis Multi-Indeks*. Semarang: UNDIP
- Hussein, Saddam, dan Werdiningsih. (2012). *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Open Source Untuk Analisis Kerentanan Air Permukaan Subdas Blongkeng*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA) 92-97.
- Muryani, Eni. (2012). *Zonasi Potensi Pencemaran Bahan Bakar Minyak terhadap Airtanah Bebas (Studi Kasus SPBU 44.552.10 Yogyakarta)*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan SSN: 2085-1227, Volume 4, Nomor 2, Juni 2012, Halaman 114-124.
- Nurkholis, Afid, Yuli Widyaningsih, Ayu Dyah Rahma, Amalya Suci, dan Ardian Abdillah. (2016). *Analisis Kerentanan Air Permukaan DAS Sembung, Kabupaten Sleman, DIY*. Jurnal Geografi Lingkungan: 1-10.
- Yudono, Andi Renata Ade dan Agus Bambang Irawan. (2014). *Studi Kelayakan Penentuan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) di Pulau Bintang Propinsi Kepulauan Riau*. Jurnal Ilmu Lingkungan, Vol 12 (1) : 1-11, 2014 ISSN : 1829-8907.