PEMETAAN RISIKO PENCEMARAN AIRTANAH DI KECAMATAN PIYUNGAN, KABUPATEN BANTUL MENGUNAKAN METODE DRASTIC MODIFIKASI

Fedhi Astuty Hartoyo¹, Ahmad Cahyadi², Gilang Arya Dipayana²

¹Mahasiswa Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

²Program BEASISWA UNGGULAN Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri (BPKLN)

Kementrian Pendidikan Nasional Republik Indonesia pada Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir
dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Email: fed.hartoyo@gmail.com, ahmadcahyadi@geo.ugm.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan wilayah Perkotaan Yogyakarta telah menyebabkan penambahan penduduk dan perubahan penggunaan/ penutup lahan dari lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun di wilayah sekitarnya, diantaranya adalah Kecamatan Piyungan. Hal tersebut akan menyebabkan semakin banyaknya kebutuhan akan air serta meningkatkan risiko pencemaran air termasuk airtanah. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui sebaran spasial kerentanan airtanah di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, dan (2) sebaran spasial risiko pencemaran airtanah di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul.

Pemetaan kerentanan airtanah dilakukan dengan menggunakan Metode DRASTIC dengan analisis *overlay* menggunakan sistem informasi geografis (SIG). Data yang digunakan dalam Metode DRASTIC meliputi peta kedalaman airtanah, peta curah hujan wilayah, peta media akuifer, peta tekstur tanah, peta kemiringan lereng, peta media akuifer tidak jenuh dan peta konduktivitas hidrolik. Risiko pencemaran airtanah dihasilkan dari *overlay* peta penggunaan lahan sebagai gambaran bahaya pencemaran dan peta kerentanan airtanah yang dihasilkan dari tujuan pertama. Hasil penelitian ini adalah (1) kerentanan airtanah di Kecamatan Piyungan terdiri atas tingkat tidak rentan sampai dengan kerentanan airtanah sangat tinggi. Wilayah yang tergolong tidak rentan adalah wilayah bukan akuifer yang menempati perbukitan dengan batuan vulkanik tersier yang kedap air, sedangkan kerentanan sangat tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi bagian Timur Laut Kecamatan Piyungan. (2) risiko pencemaran airtanah di Kecamatan Piyungan terdiri atas tingkat risiko sangat rendah sampai dengan risiko tinggi, di mana risiko tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi yang terletak di bagian Timur Laut.

Kata Kunci: Kerentanan Airtanah, Risiko Pencemaran Airtanah, DRASTIC Modifikasi, *Overlay*, Sistem Informasi Geografis (SIG)

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambahan penduduk dan perubahan penggunaan/ penutup lahan dari non-terbangun menjadi lahan terbangun merupakan indikator adanya suatu perkembangan wilayah perkotaan, termasuk Yogyakarta. Wilayah Kota Yogyakarta mengalami perembetan sifat kekotaan dominan ke arah utara dan arah barat, meskipun demikian kecenderungan perubahan penggunaan lahan pada bagian timur (jalur Yogyakarta–Gunungkidul) di Kecamatan Piyungan juga mengalami perkembangan yang cukup pesat. Perubahan penutup/ penggunaan lahan yang semakin meluas ini akan berdampak pada adanya penurunan kualitas lingkungan, termasuk penurunan kualitas air.

Airtanah merupakan salah satu sumberdaya air yang mempunyai potensi dalam pemenuhan kebutuhan air. Sudarmadji (1990) menyebutkan bahwa keuntungan dari airtanah adalah mempunyai kualitas yang relatif baik dibanding air permukaan dan tidak terpengaruh musim, cadangan airtanah

lebih besar dan lebih mudah diperoleh dengan cara yang sederhana, dan mempunyai biaya yang murah. Vörösmarty et al. (2000) menunjukkan bahwa masalah air terjadi karena adanya peningkatan penduduk bumi dan perubahan penutup/ penggunaan lahan sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk yang menuntut penyediaan lahan guna mendukung berbagai aktivitasnya.

Permasalahan air dapat terjadi karena adanya penurunan kualitas air akibat pencemaran. Comans, dkk (1987) menyampaikan bahwa antara kualitas airtanah dan penggunaan lahan di atasnya terdapat korelasi. Perubahan penggunaan lahan akan memberikan pengaruh pada penutup lahan yang sifatnya memberikan keseimbangan ekologis. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemetaan risiko airtanah perlu dilakukan guna mendukung perencanaan pengelolaan lingkungan, khususnya airtanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) mengetahui sebaran spasial kerentanan airtanah di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, dan (2) sebaran spasial risiko pencemaran airtanah di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul.

2. STUDI AREA

Studi area terletak di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

3. DATA DAN METODE

Parameter Penentu, Data, dan Sumber Data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Parameter Penentu, Data, dan Sumber Data

Bagian	Parameter Penentu	Data	Metode	Sumberdata
KERENTANAN AIRTANAH	Kedalaman Muka Airtanah (D)	Ploting Lokasi Sumur	Ploting GPS (Pengukuran Lapangan)	Pengukuran Lapangan
		Kedalaman Muka Airtanah	Pengukuran Kedalaman Sumur	Pengukuran Lapangan
		Peta Kedalaman Muka Airtanah	Interpolasi <i>Spline Method</i> pada ArcGIS 9.x	Titik Lokasi Sumur
	Curah Hujan Wilayah (R)	Lokasi Stasiun Hujan	Pengumpulan Data Hujan Tahun 1971-2009	BMKG DIY dan BPDAS Opak Oya
		Curah Hujan Tahunan	Pengolahan Data Hujan (Pengisian Data Hujan, Uji Konstensi, dan Uji Korelasi)	-
		Peta Curah Hujan Wilayah	<i>Isohyet Method</i> dengan Interpolasi <i>Kriging Method</i> pada ArcGIS 9.x	-
	Media Akuifer (A)	Data Bor Kecamatan Piyungan	Pengumpulan Data Sekunder	Dinas P2TK
			Pengukuran dengan Geolistrik <i>Schlumberger Method</i>	Pengukuran Lapangan
		Peta Media Akuifer	Interpolasi Data Bor dan Geolistrik	-

	Tekstur Tanah (S)	Peta Tanah Kecamatan Piyungan	Ekstraksi dari Peta Tanah Semi Detil Skala 1:50000	PUSLITANAK Tahun 1994
	Kemiringan Lereng (T)	Peta Kontur Kecamatan Piyungan	Ekstraksi dari Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25000	Peta RBI 1:25000 Bakosurtanal
			Pembuatan Model DEM (<i>Digital Elevation Model</i>) pada ArcGIS 9.x	-
			Pembuatan Peta Lereng dengan <i>3D Analyst > Surface Analyst > Slope</i> pada ArcGIS 9.x	-
	Zona Tidak Jenuh (I)	Data Bor Kecamatan Piyungan	Pengumpulan Data Sekunder	Dinas P2TK
			Pengukuran dengan Geolistrik <i>Schlumberger Method</i>	-
		Peta Zona Tak Jenuh	Interpolasi Data Bor dan Geolistrik	-
	Konduktivitas Hidraulik (C)	Data Bor Kecamatan Piyungan	Pengumpulan Data Sekunder	Dinas P2TK
			Pengukuran dengan Geolistrik <i>Schlumberger Method</i>	-
		Nilai Konduktivitas Hidraulik	Pendekatan Nilai Material Akuifer dengan Nilai Konduktivitas Hidraulik	-
			Interpolasi Nilai C	-
	Kerentanan Airtanah	Nilai Parameter Penentu	<i>Weighted Overlay Index</i> pada ArcGIS 9.x	Hasil Perhitungan Parameter Penentu
Risiko	Penggunaan Lahan	Peta Penggunaan Lahan	Ekstraksi dari Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25000	Peta RBI 1:25000 Bakosurtanal
		Peta Lokasi Industri	Ekstraksi dari Peta Lokasi Industri	Dinas Perindustrian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode DRASTIC, di mana merupakan singkatan dari parameter-parameter yang digunakan dalam metode ini (lihat Gambar 3.1). Analisis dilakukan dengan memberikan bobot pada masing-masing parameter dan memberikan skor pada setiap klasifikasi dalam parameter yang digunakan. Klasifikasi pada tiap-tiap parameter di metode pemetaan kerentanan airtanah dengan DRASTIC dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini Widyastuti, dkk (2006):

Tabel 3.2. Nilai Parameter Kedalaman Airtanah yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Kedalaman Muka Airtanah (meter)	Nilai
1.	0 – 1,5	10
2.	>1,5 – 3	9
3.	>3 – 9	7
4.	>9 – 15	5
5.	>15 – 22	3
6.	>22 – 30	2
7.	>30	1

Tabel 3.3.Nilai Parameter Curah Hujan yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Curah Hujan (mm/tahun)	Nilai
1.	0 – 1.500	2
2.	> 1.500 – 2.000	4
3.	>2.000 – 2.500	6
4.	>2.500 – 3.000	8
5.	>3.000	10

Tabel 3.4.Nilai Parameter Media Akuifer yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Media Akuifer	Nilai
1.	Shale Masif	2
2.	Batuan Metamorf/Beku	3
3.	Batuan Metamorf/BekuLapuk	4
4.	Batu Pasir Tipis, Shale, Batugamping	6
5.	Batu PasirMasif	6
6.	Batu Gamping Masif	6
7.	Pasir dan Kerikil	8
8.	Basalt	9
9.	Batu gamping Karst	10

Tabel 3.5.Nilai Tekstur Tanah yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Tekstur Tanah	Nilai
1.	Tanah Tipis	10
2.	Kerikil	10
3.	Pasir	9
4.	Shrinking dan atau Agregat Lempung	7
5.	Geluh Pasiran (<i>Sandy Loam</i>)	6
6.	Geluh (<i>Loam</i>)	5
7.	Geluh Lanauan (<i>Silty Loam</i>)	4
8.	Geluh Lempungan (<i>Clay Loam</i>)	3
9.	Non Shrinking dan non AgregatLempung	1

Tabel 3.6.Nilai Kemiringan Lereng yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Kemiringan Lereng (%)	Nilai
1.	0 – 2	10
2.	>2 – 6	9
3.	>6 – 12	5
4.	>12 – 18	3
5.	>18	1

Tabel 3.7 Nilai Material Zona Tidak Jenuh yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Material Zona Tidak Jenuh	Nilai
1.	Lanau/Lempung	1
2.	Shale	3
3.	Batu Gamping	6
4.	Batu Pasir	6
5.	Batu Gamping Berlapis (<i>Bedded Limestone</i>)	6
6.	Shale dan Kerikil dengan lanau dan lanau cukup	6
7.	Pasir dan Kerikil	4
8.	Batuan Metamorf/Beku	8
9.	Basalt	9
10.	Batu Gamping Karst	10

Tabel 3.8. Nilai Konduktivitas Hidraulik yang Digunakan Dalam Metode DRASTIC

No.	Konduktivitas Hidraulik (m/hari)	Nilai
1.	0 - 0,86	1
2.	>0,86 - 2,59	2
3.	>2,59 - 6,05	4
4.	>6,05 - 8,64	6
5.	>8,64 - 17,18	8
6.	>17,18	10

Parameter-parameter tersebut kemudian ditumpangstusun (*overlay*) sehingga menghasilkan indeks DRASTIC yang mencerminkan kerentanan airtanah. Persamaan yang digunakan dalam analisis ini adalah:

$$\text{Indeks DRASTIC} = DwDr + RwRr + AwAr + SwSr + TwTr + IwIr + CwCr$$

Keterangan :

- D = *Depth to the water table* (kedalaman muka airtanah);
- R = *Recharge* (dalam hal ini diperhitungkan sama dengan curah hujan);
- A = *Aquifer media* (media akuifer);
- S = *Soil media* (dalam analisis ini digunakan parameter tekstur tanah);
- T = *Topography* (dalam analisis ini hanya digunakan parameter lereng);
- I = *Impact of vadose zone* (pengaruh zona tidak jenuh);
- C = *Conductivity* (konduktivitas hidraulik);
- W = Bobot masing-masing parameter (nilai Bobot Lihat Gambar 3.2)
- r = nilai masing-masing parameter

Hasil tumpangstusun menggunakan sistem informasi geografis akan menghasilkan nilai indeks DRASTIC. Berikut klasifikasi kerentanan airtanah berdasarkan indeks DRASTIC:

Tabel 3.9. Klasifikasi Kerentanan Airtanah Berdasarkan Indeks DRASTIC

No.	Indeks DRASTIC	Klasifikasi Kerentanan Airtanah
1.	73 – 92	Tidak rentan
2.	>92 – 112	Kerentanan rendah
3.	>112 – 132	Kerentanan sedang
4.	>132 – 152	Kerentanan tinggi
5.	>152 – 172	Kerentanan sangat tinggi

Penentuan tingkat risiko pencemaran airtanah menggunakan metode yang dilakukan oleh Widyastuti (2006) yaitu dengan melakukan tumpang-susun peta tingkat kerentanan airtanah yang merupakan hasil dari Metode DRASTIC dengan peta bahaya pencemaran airtanah yang merupakan hasil dari peta penggunaan lahan. Metode ini digunakan dengan asumsi bahwa penggunaan lahan memiliki karakteristik bahaya pencemaran yang akan berpengaruh terhadap airtanah. Penentuan nilai bahaya pencemaran airtanah dilakukan dengan menggunakan klasifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.10 Klasifikasi Bahaya Pencemaran Masing-masing Penggunaan Lahan

No	Tipe Penggunaan Lahan	Nilai
1	Lahan kosong/ Tidak terolah	1
2	Hutan	1
3	Kebun/ Perkebunan	3
4	Tegalan	3
5	Persawahan	2
7	Permukiman dengan penduduk rendah; non-industri dan non-peternakan	5
8	Permukiman dengan penduduk rendah; berindustri dan peternakan	6
9	Permukiman dengan jumlah penduduk sedang; non-industri dan non-peternakan	7
10	Permukiman dengan jumlah penduduk sedang; berindustri dan peternakan	8
11	Permukiman dengan jumlah penduduk tinggi; non-industri dan non-peternakan	9
12	Permukiman dengan jumlah penduduk tinggi; berindustri dan peternakan	10

Hasil tumpang-susun antara peta tingkat kerentanan airtanah dengan peta bahaya pencemaran airtanah menggunakan system informasi geografis, kemudian dilakukan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.11 Klasifikasi Risiko Pencemaran

No	Indeks Kerentanan	Klasifikasi Risiko
1	81-104	Risiko Sangat Rendah
2	105-128	Risiko rendah
3	129-152	Risiko sedang
4	153-176	Risiko tinggi
5	177-200	Risiko sangat tinggi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman sumur di wilayah penelitian, diperoleh informasi bahwa kedalaman muka airtanah ialah antara 1,5 meter sampai dengan 15 meter. Airtanah yang dangkal terdapat pada dataran aluvial bagian Barat Laut dan pada kipas aluvial di dasar perbukitan.

Airtanah tidak terdapat pada perbukitan di wilayah penelitian karena perbukitan tersebut tersusun atas batuan yang beku yang termasuk dalam satuan Formasi Nglanggran (Tmn) yang didominasi oleh batuan breksi vulkanik, sehingga air tidak dapat meresap menjadi airtanah. (lihat Gambar 4.1).

Gambar 4.1 (kiri) Peta Kedalaman Airtanah
Kecamatan Piyungan

Gambar 4.2 (kanan) Peta Curah Hujan
Wilayah Kecamatan Piyungan

Penentuan curah hujan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode isohyet, dimana data curah hujan merupakan data titik yang berasal dari data stasiun hujan dan kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan data keruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki curah hujan antara 1.300 mm/tahun sampai dengan 1.900 mm/tahun. (lihat Gambar 4.2)

Berdasarkan media akuifernya, wilayah penelitian terbagi menjadi dua wilayah, yaitu wilayah dengan akuifer berupa pasir dan kerikil, serta wilayah dengan batuan metamorf beku lapuk. Wilayah dengan akuifer berupa pasir dan kerikil merupakan bagian dari endapan aluvial Merapi, kerucut koluvial perbukitan dan kipas aluvial. Wilayah ini memiliki kerentanan pencemaran yang cukup tinggi karena material pasir dan kerikil merupakan material yang memiliki permeabilitas tinggi, sehingga filterisasi terjadi sangat sedikit (lihat Gambar 4.3)

Gambar 4.3 Peta Media Akuifer
Wilayah Kecamatan Piyungan

Gambar 4.4 Peta Material Zona Tak Jenuh
Wilayah Kecamatan Piyungan

Material zona tidak jenuh pada wilayah ini terbagi menjadi dua, yaitu berupa pasir dan berupa lempung. Material berupa pasir memungkinkan meresapnya bahan pencemar airtanah dengan mudah. Sedangkan wilayah yang bukan merupakan akuifer merupakan bagian dari gunungapi tersier dengan batuan kedap air dan memiliki material pada zona tidak jenuh air berupa lempung (tanah tipis pada bagian atas, banyak diantaranya merupakan singkapan batuan) (lihat Gambar 4.4).

Wilayah dengan tekstur pasir akan lebih mudah tercemar (kerentanan airtanah tinggi) dibandingkan dengan tanah bertekstur lempung (lihat Gambar 4.5). Sementara itu, peta lereng dihasilkan dari peta rupa bumi Indonesia dengan mengekstrak data kontur yang terdapat di dalam peta tersebut. Hasil analisis dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), maka ditemukan bahwa kemiringan lereng di wilayah penelitian adalah dari datar sampai sangat curam (lihat Gambar 4.6).

Gambar 4.5 Peta Tekstur Tanah Wilayah Kecamatan Piyungan

Gambar 4.6 Peta Kemiringan Lereng Wilayah Kecamatan Piyungan

Hasil pemetaan kerentanan airtanah dengan model DRASTIC menunjukkan bahwa Kecamatan Piyungan memiliki kerentanan airtanah dari tingkat tidak rentan sampai dengan kerentanan airtanah sangat tinggi. Wilayah yang tergolong tidak rentan adalah wilayah bukan akuifer yang menempati perbukitan dengan batuan vulkanik tersier yang kedap air. Kerentanan sangat tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi bagian Timur Laut Kecamatan Piyungan yang memiliki kedalaman airtanah 3-9 meter, media akuifer berupa pasir, kemiringan lereng 0%-2%, tekstur tanah pasir, media akuifer tidak jenuh dan media akuifer utama berupa pasir dan kerikil serta memiliki curah hujan tinggi (1500-1800 mm/tahun) (lihat Gambar 4.7).

Perlakuan tumpangtumpukan (*overlay*) peta kerentanan airtanah dengan peta penggunaan lahan dapat menghasilkan informasi risiko pencemaran airtanah sebagai peta bahaya pencemaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa risiko pencemaran airtanah di Kecamatan Piyungan ialah mulai dari tingkat risiko sangat rendah sampai dengan risiko tinggi. Wilayah yang memiliki risiko tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi yang terletak di bagian Timur Laut. (lihat Gambar 4.8). Wilayah ini memiliki risiko yang tinggi karena memiliki kerentanan yang tinggi dan memiliki permukiman yang padat. Hal ini dapat dimungkinkan karena lokasi tersebut merupakan simpul jalur transportasi yang menghubungkan Yogyakarta, Bantul, Wonosari, serta Solo, yang kemudian menjadi pusat ekonomi Kecamatan Piyungan.

Gambar 4.7 Peta Kerentanan Airtanah Kecamatan Piyungan

Gambar 4.8 Peta Risiko Pencemaran Airtanah Kecamatan Piyungan

5. KESIMPULAN

1. Kerentanan airtanah di Kecamatan Piyungan terdiri atas tingkat tidak rentan sampai dengan kerentanan airtanah sangat tinggi. Wilayah yang tergolong tidak rentan merupakan wilayah bukan akuifer yang menempati perbukitan, sedangkan kerentanan sangat tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi bagian Timur Laut Kecamatan Piyungan.
2. Risiko pencemaran airtanah di Kecamatan Piyungan terdiri atas tingkat risiko sangat rendah sampai dengan risiko tinggi, di mana risiko tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi yang terletak di bagian Timur Laut.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Comans, R.N.J, van der Weijden, C.H., dan Vried, S.P.,. “Geochemical Studies in Drainage Basin of the Rio Vouga, Portugal. IV. Impact of Landuse on the Hydrogeochemistry of Natural Waters in the Vouzela Region”, Jurnal Enviromental Geology Water Science, 9(2), hal 119-129 (1987).
- Sudarmadji., “Perembetan Pencemaran dalam Airtanah Pada Akuifer Tak Tertekan di Daerah Lereng Gunungapi Merapi”. Laporan Penelitian. Yogyakarta : PAU Ilmu Teknik UGM (1990).
- Vörösmarty, C. J., P. Green, J. Salisbury and R. B. Lammers., “Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth”, Science, 289, 284 – 28 (2000).
- Widyastuti, M; Notosiswoyo, S; dan Anggayana, K., “Pengembangan Metode DRASTIC untuk Prediksi Kerentanan Airtanah Bebas Terhadap Pencemaran di Sleman”, Majalah Geografi Indonesia, 20(1). 32-51 (2006).

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri (BPKLN) Kementrian Pendidikan Nasional Republik Indonesia, yang telah memberikan BEASISWA UNGGULAN pada penulis kedua dan ketiga pada Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi, UGM. Semoga program ini dapat terus dilaksanakan sehingga tercipta sumberdaya manusia yang maju, sejahtera dan mandiri.