

ANALISIS KERENTANAN DAN KUALITAS AIR TANAH BEBAS DI KOTA MATARAM

Analysis of Vulnerability and Quality of Unconfined Groundwater in Mataram City

La Musa¹, Ig. I. Setiawan Purnama², Slamet Suprayogi³

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Program studi Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

¹SMA Negeri 1 Orong Telu, Sumbawa, NTB, Indonesia

^{2,3}Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Email Korespondensi: lamusa2108@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.31314/jsig.v2i1.223>

Abstract - Groundwater vulnerability is a condition that portrays the ease of pollutants in affecting groundwater. Several factors that influence the vulnerability of unconfined groundwater include groundwater's depth, aquifer type and litho logy type above aquifers. Water quality class is a water quality rating based on the results of the parameter test of water quality to determine whether the water is still worth to consume or not. This study aims to 1). Analyze the distribution and vulnerability of unconfined groundwater to pollution by employing the GOD method in the city of Mataram. 2). Examine unconfined groundwater quality according to physical, chemical and biological parameters in Mataram City. The results showed that unconfined groundwater in the city of Mataram have the potential for moderate vulnerability to pollution, based on the results of laboratory tests of groundwater samples. Several samples have exceeded the maximum limit such as 1). Electricity Carrying Power were discovered in sample 1, sample 3, sample 4, sample 14 and sample 16 which are located in North Ampenan Village, Kelen Dayan Peken, and Kelurahan Ampenan Tengah. 2). Total dissolved solid (TDS) which were uncovered in almost every sample, except in sample 13.3). Colliform bacteria were located in sample 3, sample 4, sample 9, sample 15, sample 24 and sample 33.

Keywords: unconfined groundwater vulnerability, GOD method, unconfined groundwater quality, water quality class

Abstrak – Kerentanan airtanah merupakan suatu kondisi yang menggambarkan mudahnya zat pencemar dalam mempengaruhi airtanah. beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya kerentanan airtanah bebas diantaranya kedalaman muka airtanah, jenis akuifer dan jenis litologi diatas akuifer. Kelas mutu air merupakan peringkat kualitas air yang di nilai masih layak untuk dimanfaatkan berdasarkan hasil uji parameter kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk 1). Menganalisis persebaran dan tingkat kerentanan airtanah bebas terhadap pencemaran dengan menggunakan metode GOD di Kota Mataram.2). Menganalisis kualitas airtanah bebas menurut parameter fisika, kimia dan biologi di Kota Mataram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa airtanah bebas di Kota Mataram memiliki potensi kerentanan sedang terhadap pencemaran, berdasarkan hasil uji laboratorium sampel airtanah, ditemukan beberapa sampel yang telah melampaui batas maksimum seperti 1). Daya Hantar Listrik terdapat pada sampel 1, sampel 3, sampel 4, sampel 14 dan sampel 16 yang terletak di Kelurahan Ampenan Utara, Kelurahan Dayan Peken, dan kelurahan Ampenan Tengah. 2). Total dissolved solid (TDS) yang terdapat pada hamper seluruh sampel, kecuali sampel 13.3). Bakteri Colliform yang terdapat pada sampel 3, sampel 4, sampel 9, sampel 15, sampel 24 dan sampel 33.

Kata kunci: kerentanan air tanah bebas, metode GOD, kualitas air tanah bebas, tingkat kualitas air

PENDAHULUAN

Kota Mataram merupakan ibukota Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang terdiri atas enam kecamatan yaitu Kecamatan Ampenan, Kecamatan Sekarbela, Kecamatan Mataram, Kecamatan Selaparang, Kecamatan Cakranegara dan Kecamatan Sandubaya. Secara administrasi Kota Mataram pada bagian barat berbatasan langsung dengan Selat Lombok dan pada bagian timur, utara dan selatan berbatasan dengan Kabupaten Lombok Barat (BPS Kota Mataram, 2017). Jumlah penduduk Kota Mataram pada setiap tahun terus mengalami peningkatan, peningkatan tersebut secara jelas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah penduduk kota mataram tahun 2011-2016 (Sumber: BPS Kota Mataram, 2011)

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Kepadatan (Km ²)
1	2011	413.622	6.748
2	2012	422.673	6.895
3	2013	431.876	7.045
4	2014	441.064	7.195
5	2015	450.226	7.345
6	2016	459.314	7.493

Peningkatan jumlah penduduk (Tabel 1) mengakibatkan munculnya sejumlah sarana dan prasarana seperti pusat-pusat pemukiman baru dengan fasilitas-fasilitas umum sebagai perkembangan wilayah (Abbas; 1997 dalam Juraedah, 2015). Hal tersebut mengakibatkan peningkatan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya alam yang meningkat, sehingga berpengaruh besar pada ketersediaan dan kualitas airtanah seperti terjadinya pencemaran. Adanya pencemaran airtanah mengancam keberlangsungan kehidupan manusia. Tingkat kerentanan penting untuk diketahui, sebagai bahan untuk dijadikan acuan dalam perumusan solusi untuk menghindari dampak terjadinya pencemaran.

Airtanah

Airtanah merupakan air yang terdapat di bawah permukaan tanah yang menempati zona jenuh air dengan tekanan hidrostatik sama atau lebih besar daripada tekanan udara (Todd, 1980). Keberadaan air pada dasarnya terdapat pada akuifer yaitu formasi batuan yang dapat menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah yang cukup (Todd, 1980; Fetter, 1994). Menurut Fetter (1994) menyebutkan beberapa contoh akuifer diantaranya pasir tak termampatkan (unconsolidated), kerikil (gravel), batupasir, batugamping dan dolomit berongga-rongga (prous), aliran basalt, batuan malihan dan plutonik dengan banyak retakan. Akuifer tersebut memiliki kemampuan yang berbeda dalam meloloskan air, ada yang dapat meloloskan dan ada pula yang tidak dapat meloloskan air. Akuifer yang hanya dapat menyimpan air di sebut porositas sedang akuifer yang dapat meloloskan air disebut permeabilitas (Todd, 1980; Fetter, 1994). Sifat akuifer tersebut memiliki peranan penting terhadap ketersediaan airtanah yang berada di antara rongga pada lapisan batuan. Khusus pada akuifer yang berada pada formasi kawasan karst, keberadaan air tanah cukup sulit untuk dapat diidentifikasi karena sifat akuifernya yang mampu menyimpan dan meloloskan air, hingga berkembang menjadi saluran sungai bawah tanah. Hal ini tidak lepas dari peran struktur geologi pada kawasan tersebut, dimana aliran sungai bawah tanah yang bertindak sebagai akuifer akan lebih dominan mengikuti pola rekahan (Taslim, 2017). Lapisan batuan tersebut memiliki pola zonasi yang bermacam-macam yaitu: zona tak jenuh yaitu lapisan paling atas di bawah tanah, zona intermediate yaitu lapisan tengah yang dibagi menjadi dua bagian yakni zona vadose dan zona kapiler serta zona jenuh air yaitu lapisan yang berada di bawah muka airtanah.

Kualitas airtanah

Kualitas airtanah dipengaruhi oleh banyak faktor. Secara umum Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas airtanah yaitu 1). Faktor alami seperti iklim, kondisi geologi, vegetasi dan waktu. 2). Manusia yang merupakan faktor yang memiliki kebebasan dalam melakukan perubahan alam, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan terhadap kualitas airtanah. Damaryanto dan Hadipurwo (2006) mengatakan bahwa ada tiga faktor utama yang menentukan

kualitas airtanah yaitu Faktor fisik, kimia dan biologi. Faktor fisik di antaranya warna, bau, rasa, kekeruhan, suhu keasaman, jumlah garam terlarut (TDS), dan daya hantar listrik (DHL). Faktor kimia yaitu Kesadahan yakni adanya kandungan Mg dan Ca dalam airtanah) dan kandungan ion. Faktor biologi yaitu adanya bakteri coliform. Pengujian kualitas airtanah dimaksudkan untuk mengetahui apakah airtanah yang menjadi sumber kebutuhan hidup masyarakat dilokasi penelitian masih tergolong baik atau sudah tercemar.

Kerentanan airtanah

Kerentanan airtanah merupakan suatu kondisi yang menggambarkan mudahnya zat pencemar dalam mempengaruhi airtanah. Widyastuti (2006) membagi kerentanan menjadi dua macam yaitu kerentanan Intristik dan kerentanan spesifik. Dimana kerentanan intristik merupakan kerentanan yang dipengaruhi faktor alami suatu daerah. sedangkan kerentanan spesifik merupakan kerentanan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia sebagai faktor non alami yang banyak memberikan peran terhadap terjadinya pencemaran. Secara umum, faktor yang mempengaruhi kerentanan airtanah yaitu 1). jarak dari permukaan tanah ke akuifer, ini berkaitan dengan ketebalan zona tak jenuh atau kedalaman muka airtanah. 2). Material yang di lalui menuju akuifer, berkaitan dengan permeabilitas zona tak jenuh. 3). Kecepatan yang dibutuhkan kontaminan , yakni berkaitan dengan infiltrasi atau perkolasi air.

METODE DAN DATA

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan primer, data sekunder yang bersumber dari hasil penelitian sebelumnya atau dari instansi terkait yang menyediakan data tersebut. Sedangkan data primer didapatkan dari hasil pengukuran langsung dilapangan.

Analisis kerentanan airtanah bebas

Metode untuk mengetahui Kerentanan airtanah bebas dalam penelitian ini adalah metode GOD yang menggunakan Tiga parameter untuk menilai kerentanan airtanah bebas. Parameter tersebut merupakan akronim dari kata GOD yang dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Parameter GOD (Sumber: Foster dan Hirata, 1988)

G	<i>Groundwater occurrence</i>	Jenis Akuifer
O	<i>Overall lithology</i>	Jenis Batuan di atas Akuifer
D	<i>Depth to groundwater table</i>	Kedalaman Muka air Tanah

Jenis Akuifer dalam sistem GOD terdiri atas lima bagian diantaranya yaitu Akuifer yang tidak tertekan memiliki Nilai 1,0, akuifer semi tidak tertekan memiliki nilai 0,5, akuifer semi tertekan memiliki nilai 0,3, akuifer tertekan memiliki nilai 0,1 sedangkan yang tidak memiliki akuifer bernilai 0,0. Jenis litologi di atas akuifer merupakan material yang terdapat diantara permukaan tanah dan muka airtanah. Jenis batuan diatas akuifer terdiri atas batuan sedimen, batuan berpori dan batuan padat. Batuan sedimen yang disusun oleh material seperti Tanah, alluvial, pasir aelin, kerikil fluvio glasial dan kerikil kolufal dan batuan padat yang tersusun oleh material batuan beku, material vulkanik baru. Perpaduan antara jenis material tersebut menghasilkan nilai yang berbeda beda. Secara umum nilai jenis material tersebut berkisar antara 0,4 sampai 1,0.

Kedalaman muka airtanah merupakan letak antara muka airtanah dengan permukaan tanah. Kedalaman muka airtanah terdiri atas tujuh kategori yang masing masing kategorinya memiliki nilai yang berbeda. Kedalaman muka airtanah kurang dari 2 meter memiliki nilai 1,0, kedalaman muka airtanah antara 2–5 meter memiliki nilai 0,9, kedalaman muka iartanah antara 5-10 meter memiliki nilai 0,8, kedalaman muka iartanah 10-20 meter memiliki nilai 0,7, kedalaman muka airtanah antara 20-50 meter memiliki nilai 0,6, kedalaman muka airtanah antara 50-100 meter memiliki nilai 0,5, dan kedalaman muka airtanah lebih dari 100 meter memiliki nilai 0,4. Untuk mendapatkan nilai indeks kerentanan airtanah dilakukan dengan perkalian bobot parameter GOD. Nilai hasil perkalian menunjukkan kategori kerentanan.

Analisis kualitas airtanah bebas

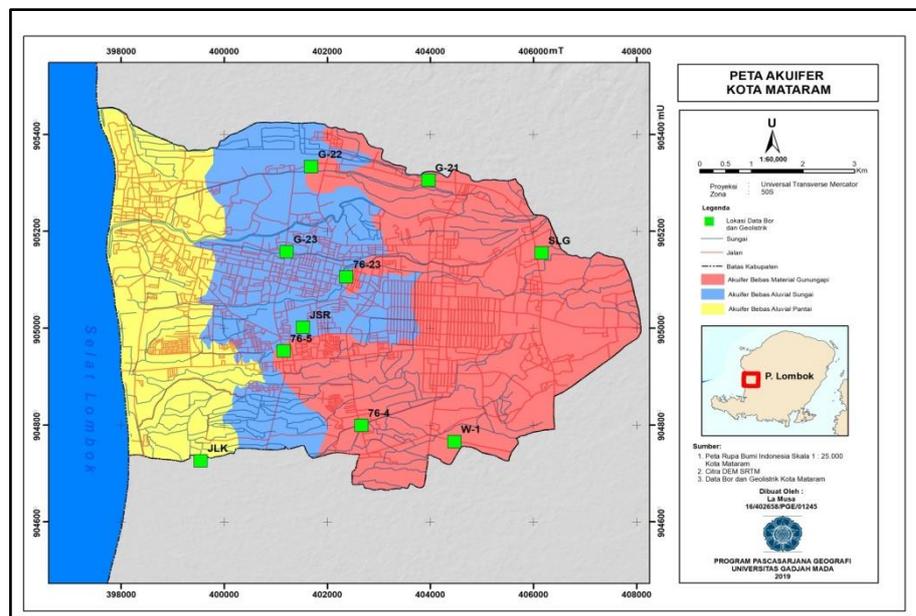
Kualitas airtanah bebas dalam penelitian ini didapatkan dari hasil uji laboratorium tiga parameter airtanah. pengambilan sampel airtanah dengan mempertimbangkan tipe penggunaan lahan. Parameter fisik yang di ukur yaitu warna, bau, suhu dan daya hantar listrik (DHL). Parameter kimia seperti kesadahan yakni adanya kandungan Mg dan Ca dalam airtanah, serta parameter biologi yaitu adanya bakteri coliform.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tingkat kerentanan airtanah bebas dilakukan dengan analisis metode GOD. Parameter GOD diantaranya Jenis akuifer, Jenis litologi diatas akuifer dan, Kedalaman muka airtanah.

1. Jenis Akuifer

Berdasarkan hasil analisis rekonstruksi data log bor menunjukkan bahwa Kota Mataram disusun oleh Material Alluvial pantai dan Alluvial sungai dan memiliki jenis akuifer bebas. Gambaran akuifer Kota Mataram disajikan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Peta Akuifer Kota Mataram

Tabel 3. Nilai parameter jenis akuifer menurut Sistem GOD di Kota Mataram (Sumber: Analisis data 2018)

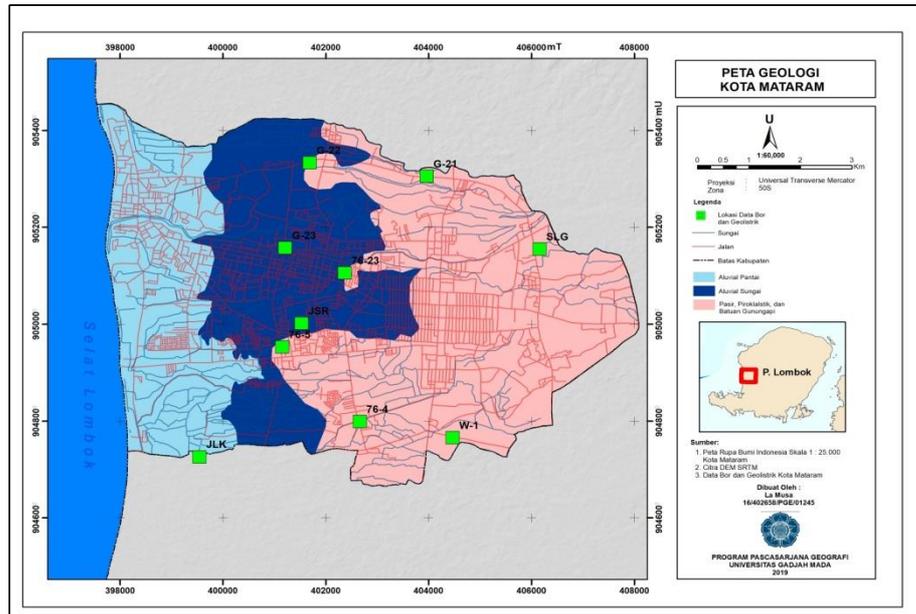
No	Jenis Akuifer	Nilai
1	Akuifer Bebas	1,0

2. Jenis litologi di atas akuifer

Jenis litologi diatas akuifer merupakan material yang terdapat diantara permukaan tanah dan muka airtanah. Jenis litologi diatas akuifer merupakan salah satu faktor yang menentukan cepat atau lambatnya polutan masuk kedalam muka airtanah. berdasarkan hasil rekonstruksi data log bor menunjukkan bahwa Jenis litologi di atas akuifer yang menyusun Kota Mataram terdiri atas tiga yaitu 1). Aluvial Pantai, 2). Aluvial sungai dan 3). Pasir, Piroklastik dan Batuan gunungapi.

Endapan alluvial Kota Mataram diperkirakan berumur kuartar muda-resen. Konsentrasi sebaran endapan tersebut menyebar secara beragam pada setiap tempat. Endapan tersebut terbentuk dari bahan vulkanik oleh proses vulkanisme baik secara langsung maupun tidak langsung. Adanya endapan alluvial, pasir, piroklastik dan batuan gunungapi di wilayah Kota Mataram mengindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki potensi kerentanan. Material

endapan alluvial meliputi pasir, kerikil dan lempung mudah meloloskan air sehingga memiliki potensi besar terjadinya pencemaran, dimana polutan yang masuk akan cepat sampai pada permukaan airtanah. Gambaran jenis litologi diatas akuifer Kota Mataram, secara jelas disajikan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Peta Jenis Litologi Kota Mataram

Adanya endapan alluvial di wilayah Kota Mataram mengindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki potensi kerentanan. Material endapan alluvial meliputi pasir, kerikil dan lempung mudah meloloskan air sehingga memiliki potensi besar terjadinya pencemaran, dimana polutan yang masuk akan cepat sampai pada permukaan airtanah.

Berdasarkan acuan klasifikasi sistem GOD, endapan aluvial memiliki nilai 0,5. Penentuan nilai tersebut juga berdasarkan analisis data log bor yang menunjukkan bahwa wilayah Kota Mataram tersusun oleh endapan aluvial. Nilai Parameter jenis litologi diatas akuifer yang menyusun Kota Mataram dalam sistem GOD disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai parameter jenis litologi Sistem GOD di Kota Mataram (Sumber: Analisis data 2018)

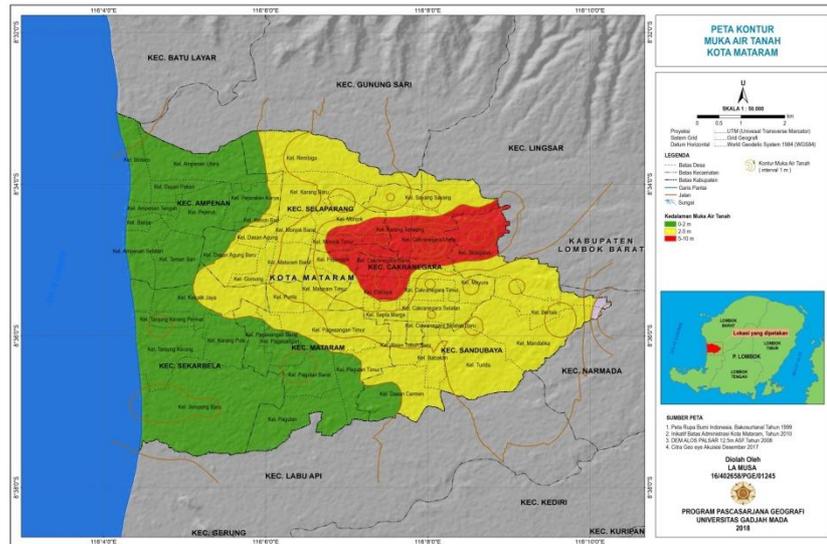
No	Jenis litologi	Nilai
1	Endapan aluvial	0,5

3. Kedalaman muka airtanah

Kedalaman muka airtanah di Kota Mataram didapatkan dari hasil pengukuran langsung pada 60 titik sumur penduduk yang tersebar secara merata di lokasi penelitian. penentuan sumur penduduk dengan menggunakan *grid* 1000 meter x1000 meter. Hasil pengukuran (Gambar 3) menunjukkan bahwa Kedalaman muka airtanah di Kota Mataram bervariasi mulai dari 0,2 meter hingga 10 meter. Secara jelas disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Nilai parameter kedalaman muka airtanah sistem GOD (Sumber: Analisis data 2018)

No	Kedalaman muka airtanah (m)	Nilai
1	0-2	1,0
2	2-5	0,9
3	5-10	0,5



Gambar 3. Peta Kedalaman Muka Air Tanah Kota Mataram

Perkalian nilai dari semua parameter tersebut merupakan indeks kerentanan GOD, yang secara jelas ditampilkan pada Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Nilai indeks kerentanan GOD di Kota Mataram (Sumber: Analisis data 2018)

No	Parameter GOD	Jenis	Nilai
1	Kedalaman Muka airtanah	0-10	0,8
2	Jenis litologi	Endapan alluvial	0,5
3	Jenis akuifer	Akuifer bebas	1,0
Indeks kerentanan GOD			0,5

Nilai tersebut dalam sistem GOD dikategorikan kedalam tingkat kerentanan sedang, yang menunjukkan bahwa airtanah di Kota Mataram memiliki potensi kerentanan sedang untuk tercemar.

Kualitas Airtanah bebas pada setiap penggunaan lahan di Kota Mataram

Pada penelitian ini untuk mengetahui kualitas airtanah pada setiap penggunaan lahan dilakukan analisis pada beberapa parameter, yaitu parameter fisik, parameter kimia dan parameter biologi. Parameter fisik yang di ukur yaitu warna, bau, suhu dan daya hantar listrik (DHL). Parameter kimia seperti kesadahan yakni adanya kandungan Mg dan Ca dalam airtanah. serta parameter biologi yaitu adanya bakteri *coliform*. Pengambilan sampel airtanah dengan mempertimbangkan aspek penggunaan lahan. Kota Mataram terbagi atas tiga kategori satuan lahan yakni daerah pemukiman, daerah pertanian dan daerah peralihan. Hasil uji laboratorium ditampilkan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil uji laboratorium airtanah (Sumber: Analisis data 2018)

Nama Sampel	Suhu (*C)	TDS (ppm)	DHL (mS)	pH	Nitrat (Mg/L)	Nitrit (Mg/L)	Kesadahan	Colliform (MPN/100m)	Detergen
Sumur 3	27	1201	500	6.28	3.496	0.033	15.01	35000	0.73
Sumur 4	23.9	1363	304	6.33	3.529	0.040	15.21	3500	1.09
Sumur 5	25.4	2561	566	6.66	0.991	0.029	10.01	350	1.23
Sumur 8	28.5	1371	306	6.56	2.56	0.027	14.41	1600	1.4
Sumur 9	26.3	23900	2.960	6.94	0.296	0.023	26.02	3500	1.43
Sumur 13	27.5	714	1.592	6.27	1.502	0.025	9.81	350	1.23
Sumur 15	24.8	718.1	1.611	6.71	0.765	0.028	9.01	35000	0.9
Sumur 17	25.3	497.3	1.108	6.57	0.670	0.027	9.61	920	0.67
Sumur 21	27.2	1742	2.06	6.38	2.602	0.023	11.21	1600	0.90
Sumur 24	27.8	2006	445	6.41	0.757	0.035	15.61	35000	0.50
Sumur 26	26.1	1310	293	6.58	2.677	0.08	16.82	350	1.07
Sumur 28	26.2	1210	266	6.49	2.069	0.036	12.81	540	0.67
Sumur 31	26	1073	451	6.61	0.279	0.030	13.41	540	1.26
Sumur 33	25.8	1840	756	6.53	3.215	0.044	18.82	3500	1.01
Sumur 40	26.1	834.9	1858	6.62	0.226	0.026	13.61	920	3.09
Sumur 44	25.5	1250	524	6.48	3.106	0.030	15.61	920	1.07
Sumur 50	26.8	1040	431	6.71	0.199	0.036	3.20	920	0.67
Sumur 57	25.6	1173	261	6.52	0.706	0.031	16.82	170	0.95

Tabel 7 di atas menunjukkan beberapa parameter air telah melampaui batas maksimum. Parameter yang telah melampaui batas maksimum yaitu 1). Daya Hantar Listrik terdapat pada sampel 1, sampel 3, sampel 4, sampel 14 dan sampel 16 yang terletak di Kelurahan Ampenan Utara, Kelurahan Dayan Peken, dan kelurahan Ampenan Tengah. 2). *Total dissolved solid* (TDS) yang terdapat pada hampir seluruh sampel, kecuali sampel 13.3). Bakteri *Colliform* yang terdapat pada sampel 3, sampel 4, sampel 9, sampel 15, sampel 24 dan sampel 33. Sedangkan parameter suhu, pH, nitrat, nitrit, dan detergen pada setiap sampel masih berada dibawah batas maksimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang ada terhadap kerentanan dan kelas mutu airtanah bebas terhadap pencemaran di Kota

Mataram maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kedalaman muka air tanah di lokasi penelitian terbagi dalam tiga kategori kedalaman yaitu 0-2 meter dengan nilai 1,0, kedalam 2-5 meter dengan nilai 0,9 dan kedalam 5-10 meter dengan nilai 0,8. Nilai Parameter Jenis litologi diatas akuifer tersusun oleh endapan aluvial dengan nilai 0,5 sedangkan parameter jenis akuifer merupakan akuifer bebas dengan nilai 1,0. Nilai tersebut bila dirata-ratakan maka diperoleh nilai 0,8. Nilai tersebut dalam sistem GOD dikategorikan kedalam tingkat kerentanan sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa airtanah bebas di Kota Mataram memiliki potensi kerentanan sedang untuk tercemar, karena disusun oleh material yang dapat menyerap polutan ke dalam tanah dengan cepat.
2. Hasil analisis parameter fisik, parameter kimia dan parameter biologi airtanah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa air telah tercemar. Terdapat beberapa parameter air yang telah melampaui batas maksimum. Parameter yang telah melampaui batas maksimum yaitu:
 - a). Daya Hantar Listrik terdapat pada sampel 1, sampel 3, sampel 4, sampel 14 dan sampel 16 yang terletak di Kelurahan Ampenan Utara, Kelurahan Dayan Peken, dan Kelurahan Ampenan Tengah.
 - b). *Total dissolved solid* (TDS) yang terdapat pada hamper seluruh sampel, kecuali sampel 13.3). Bakteri *Colliform* yang terdapat pada sampel 3, sampel 4, sampel 9, sampel 15, sampel 24 dan sampel 33. Sedangkan Parameter suhu, pH, nitrat, nitrit,, dan detergen pada setiap sampel masih berada dibawah batas maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2017. Kota Mataram dalam angka, 2017
- Damaryanto, dan Hadipurwo, S. 2006. Konservasi sebagai upaya penyelamatan rtanah di Indonesia. *Seminar Nasional*, Hari air dunia. Direktorat pembinaan perusahaan panas bumi dan pengelolaan airtanah. Direktorat jenderal mineral batubara dan panas bumi. Departemen energi dan sumberdaya manusia.
- Damaryanto. Ruchiat, Syaiful. 1994. Laporan survey hidrogeologi, potensi dan pengembangan airtanah Pulau Lombok. Bandung: Direktorat geologi tata lingkungan.
- Fetter. C.W 1988. *Applied Hidrogeology*, University Of Wisconsin, Oshkosh McMilan Publishing Company.
- Juraedah. D.A 2015. Potensi airtanah bebas untuk penyediaan air domestik di Kota Mataram. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001 pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, Nomor 82. Jakarta. Pemerintah Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2008 Airtanah, Nomor 43. Jakarta. Pemerintah Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 1990 Syarat syarat dan pengawasan Kualitas air, Nomor 416. Jakarta. Pemerintah Republik Indonesia
- Taslim, I. 2017. Pemodelan Saluran Sungai Bawah Tanah Goa Saleh Pada Morfologi Karst Daerah Pattunuangasue Kabupaten Maros Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Akademika*, 6(2): 90-98. ISSN: 2597-7865.
- Todd. D.K 1980. *Ground Water Hydrology*, University of California, Berkeley, Jhon Willey & Sons Inc, USA.
- Widyastuti. M., Notosiswono, S., Anggayan, K. 2006. Pengembangan Metode “DRASTIC” untuk prediksi Kerentanan Airtanah Bebas Terhadap Pencemaran di Sleman. *Majalah Geografi Indonesia*. Yogyakarta: Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.