

## AGIHAN SPASIAL POTENSI AIRTANAH BERDASARKAN KRITERIA KUALITAS DI CEKUNGAN AIRTANAH PALU PROVINSI SULAWESI TENGAH

Zeffitni\*

### Abstract

The water supply trend to decrease of quantitatively and qualitatively, meanwhile the water demand, therefore problem to manage of water resources exist. This phenomenon also happened at Palu Groundwater Basin Central Sulawesi Province. Distribution of groundwater are spatial and temporal causing the water supply requirements for domestic in Palu City is not all fulfilled. This study aimed to analyze groundwater potency zone based on the quality criteria.

The research are laboratory analysis for groundwater quality and spatial analysis for distribution of groundwater quality. The research evaluation are hydrochemical for drinking water. The research methods for sample base : SNI. 6989.58: 2008. ICS 13.060.50 the methods of groundwater sampling. The research evaluation based on analyzing chemical parameters: pH, TDS, Fe, Mn, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, and SO<sub>4</sub>.

The research finding that spatial distribution of groundwater in east and west Palu Groundwater Basin with limit Palu River. The analysis result of chemical parameters for drinking water based on Permenkes. No.907/MENKES/SK/VII/2002, that the potential level of groundwater quality in good class and can be used for drinking water.

**Keyword:** groundwater, distribution, spatial, and quality

### 1. Pendahuluan

Ketersediaan air untuk berbagai kebutuhan cenderung terus menurun secara kuantitatif maupun kualitatif, sedangkan di sisi lain kebutuhan air cenderung semakin meningkat, sehingga permasalahan pengelolaan sumberdaya air selalu muncul. Secara teoritik jumlah air di bumi relatif tetap, permasalahan yang terkait dengan ketersediaan air muncul sebagai akibat distribusi sumberdaya air menurut ruang dan waktu yang tidak merata, serta pengelolaannya yang kurang memperhatikan keberlanjutan. Salah satu sumberdaya air yang potensial dan banyak mendapat perhatian dalam kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan untuk air minum, adalah airtanah.

Airtanah adalah air yang terdapat pada lapisan pengandung air (akuifer) di bawah permukaan tanah, termasuk mataair yang muncul di permukaan tanah. Peranan airtanah semakin lama

semakin penting karena airtanah menjadi sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan pokok hajat hidup orang banyak (*common goods*), seperti air minum, rumah tangga, industri, irigasi, perkotaan dan lainnya, serta sudah menjadi komoditi ekonomis bahkan di beberapa tempat sudah menjadi komoditi strategis. Diperkirakan 70% kebutuhan air bersih penduduk dan 90% kebutuhan air industri berasal dari airtanah (Pusat Lingkungan Geologi, 2007; Hadian dkk., 2006). Ditinjau dari segi kualitas, airtanah merupakan salah satu sumberdaya air yang baik untuk air minum, karena adanya berbagai keuntungan dibanding dengan sumber air lainnya. Elearly (Travis dan Etner, 1984) mengemukakan bahwa keuntungan menggunakan airtanah antara lain: kualitasnya relatif lebih baik dibandingkan air permukaan dan tidak terpengaruh musim, cadangan airtanah lebih besar dan mudah diperoleh, dan tidak memerlukan tandon dan

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

jaringan transmisi untuk mendistribusikannya, sehingga biayanya murah.

Airtanah di Cekungan Airtanah Palu (CAT) Palu merupakan salah satu fenomena fisik yang memerlukan pendekatan analisis spasial. Airtanah di CAT Palu merupakan salah satu sumber pemasok air bersih bagi penduduk di Kota Palu serta di sebagian Kabupaten Donggala dan Sigi, namun distribusinya tidak merata secara spasial dan temporal. Permasalahan potensi airtanah di CAT Palu lebih dominan dan kompleks terjadi di Kota Palu dibandingkan di Kabupaten Donggala dan Sigi, sehingga fokus penelitian lebih diutamakan di Kota Palu. Peningkatan jumlah penduduk dan pengembangan berbagai sektor seperti domestik, industri, jasa, pertanian dan sektor lainnya di Kota Palu, yang secara langsung maupun tidak langsung juga menuntut penyediaan sumber air bersih yang semakin meningkat. Jika hal ini tidak segera diantisipasi maka degradasi kuantitas dan kualitas airtanah semakin meningkat. Kondisi ini akan semakin meningkat jika diiringi dengan pemahaman yang keliru tentang sifat airtanah, di samping karena dampak dari pembangunan serta aktivitas manusia.

Ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan (*supply and demand*) air bersih merupakan permasalahan yang kompleks dalam pengelolaan air di CAT Palu khususnya di Kota Palu. Pemompaan optimal pada suatu akuifer merupakan dasar bagi penentuan tingkat penggunaan air dari sumber airtanah tapi dalam kenyataan ini sulit untuk ditentukan jika tidak mempertimbangkan potensi kuantitatif dan kualitatif airtanah yang terdistribusi secara spasial dan temporal. Agihan potensi airtanah di CAT Palu tidak merata dan bersifat temporal yang berfluktuasi berdasarkan musim baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Hal ini menyebabkan pasokan kebutuhan air bersih di Kota Palu tidak semuanya terpenuhi. Kelangkaan air bersih terjadi di berbagai bagian wilayah, diiringi dengan kualitas airtanah yang tidak memenuhi syarat. Di bagian timur CAT Palu sumber air permukaan dan airtanah dangkal pada ketinggian tertentu hampir tidak ada. Di beberapa tempat sumur airtanah mengandung kapur seperti di daerah Besusu Kecamatan Palu Timur dan di daerah Ujuna, Kampung Lere, dan Baru di Kecamatan Palu Barat. Berdasarkan permasalahan tersebut di atas maka perlu kajian terhadap agihan spasial potensi airtanah di CAT Palu dengan pendekatan

analisis spasial dan evaluasi hidrokimia serta evaluasi peruntukan untuk air minum.

## 2. Tinjauan Pustaka

Hagget (1970) memberikan batasan geografi sebagai pengetahuan yang mempelajari fenomena geosfer dengan menggunakan pendekatan keruangan, kelingkungan, dan kompleks wilayah. Chapman (1979) dan Bintarto (1991) menjelaskan bahwa dalam pendekatan keruangan, harus dipertimbangkan unsur: 1). *spatial pattern* yang memperhatikan lokasi dan agihan, 2). *spatial system* yang memperhatikan hubungan timbal balik interaksi dan integrasi, dan 3). *spatial process* yang memperhatikan proses dinamik baik secara inter regional maupun intra regional. Berkaitan dengan perspektif ilmu keruangan, Gabler *et al.*, (2007) dan Haryono (2008) menjelaskan bahwa perspektif ilmu keruangan muncul sebagai konsekuensi dari kedudukan geografi fisik sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari ilmu geografi yang dianggap sebagai ilmu keruangan. Penelitian geografi dalam perspektif keruangan harus mencakup lima hal penting yaitu: lokasi, karakteristik fisik lokasi, distribusi dan pola keruangan, interaksi keruangan dan perubahan spasial.

Sehubungan dengan regionalisasi pengelolaan sumberdaya air, Sutikno (2005) menjelaskan bahwa komponen yang diperhitungkan dalam regionalisasi pengelolaan sumberdaya air adalah sumber air (air hujan, air permukaan dan airtanah), wadah / tempat air tertampung (geomorfologi, tanah dan geologi), vegetasi / penggunaan lahan, kepadudukan dan kondisi sosial ekonomi lainnya, dan sistem administrasi dan peraturan. Komponen tersebut merupakan komponen geografis yang terdistribusi secara spasial dan temporal. Kajian agihan spasial potensi airtanah tidak terlepas dari pendekatan analisis keruangan (spasial) dan erat kaitannya dengan metode ilmiah yang digunakan. Menurut Haryono (2008) bahwa tiga perspektif geografi fisik membawa konsekuensi pada metode ilmiah yang digunakan. Penelitian geografi fisik dengan perspektif ilmu keruangan pada umumnya mempunyai cakupan studi yang cenderung luas dengan melibatkan multi variabel.

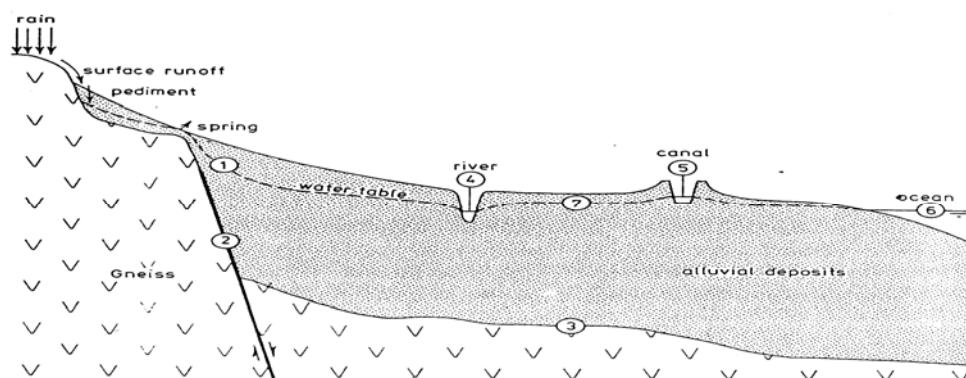
Berkaitan dengan konsep cekungan airtanah, Boonstra dan Ridder (1981) menjelaskan bahwa airtanah pada suatu cekungan menggambarkan suatu proses hidrologi yang berlangsung secara terus menerus. Pada Gambar 1.

mengilustrasikan proses pertambahan volume airtanah dalam cekungan melalui proses perkolasi dari air permukaan, sebaliknya volumenya akan berkurang akibat proses evapotranspirasi, pemunculan sebagai mataair, serta adanya aliran menuju sungai. Faktor litologi terlihat sangat menentukan terhadap kecepatan proses perkolasi air permukaan. Keterdapatannya endapan aluvial merupakan ciri utama litologi suatu cekungan.

Todd (1980) berpendapat bahwa cekungan airtanah merupakan suatu unit hidrogeologi yang terdiri dari satu atau beberapa bagian aquifer yang saling berhubungan membentuk suatu sistem dan dapat berubah akibat perubahan lingkungan. Airtanah merupakan air interkoneksi secara terbuka pada batuan saturasi di bawah permukaan tanah, baik pada zona jenuh maupun tidak jenuh. Pada zona jenuh, terdapat sistem air jenuh berupa air bawah tanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi, dan gaya tektonik, serta struktur bumi yang membentuk cekungan airtanah. Pada pendapat lain Gregory dan Walling (1973) menjelaskan bahwa cekungan aliran merupakan suatu area dengan air yang berasal dari aliran permukaan. Cekungan aliran merupakan salah satu contoh dari sistem geomorfologi. Penggunaan sistem geomorfologi sangat tepat untuk menunjukkan hubungan antara bagian-bagian sistem dalam suatu objek. Sistem aliran airtanah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Hubbert (Gregory dan Walling, 1973) menambahkan bahwa aliran airtanah disebabkan oleh beda potensial fluida. Toth (Gregory dan Walling, 1973)

menunjukkan model matematika dari sistem aliran tetap airtanah berdasarkan persamaan Laplace, menggunakan pola dasar Hubbert. Pada model tersebut pola aliran airtanah dapat diidentifikasi secara hipotetikal geologi baik secara isotropik dan homogen dengan perubahan topografi sebagai spesifik area yang disebut dengan batas tekanan.

Kualitas airtanah merupakan faktor yang penting disamping faktor kuantitas. Kualitas airtanah antara satu tempat dengan tempat lain tidaklah selalu sama tergantung pada faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas airtanah di daerah yang bersangkutan. Faktor alami seperti kondisi atau variasi batuan dan umur akan menyebabkan variasi kualitas airtanah. Dalam hal ini kualitas airtanah ditentukan oleh 3 sifat utama, yaitu: sifat fisik, kimia dan biologis (Sutikno 1989). Kualitas airtanah dipengaruhi oleh kegiatan dalam bidang pertanian, industri, dan masyarakat, yang telah menyebabkan peningkatan jumlah zat kimia masuk ke bawah permukaan tanah, yaitu pada airtanah (Ruan dan Illangasekare, 1999). Faktor kondisi fisik erat kaitannya dengan kemungkinan terjadinya pencemaran pada airtanah. Menurut Grand (Todd, 1980) bahwa potensi pencemaran pada airtanah, berdasarkan: kedalaman sumber pencemar dari permukaan airtanah, penyerapan oleh mineral-mineral di permukaan airtanah, permeabilitas aquifer, gradien muka airtanah, dan jarak horizontal antara sumur dengan sumber pencemar.



Gambar 1. Model Keterdapatannya Airtanah di Cekungan  
(Boonstra dan Ridder, 1981)

Sudarmadji (1991) menjelaskan bahwa makin dekat jarak vertikal antara sumber pencemar dengan muka airtanah makin besar kemungkinan airtanah tersebut mengalami pencemaran. Ukuran batuan berpengaruh terhadap penyerapan pencemar. Akuifer dengan permeabilitas tinggi memungkinkan pencemar untuk menyebar dengan cepat dan jauh. Gradien muka airtanah berpengaruh terhadap kecepatan aliran airtanah. Pada pendapat lain, Hendrayana (1994) menambahkan bahwa setiap penyelidikan hidrogeologi yang sempurna harus meliputi hidrokimia dari setiap akuifer. Analisis di laboratorium meliputi kandungan unsur - unsur kation Ca, Mg, Na, K dan unsur anion Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub> dan NO<sub>3</sub>. Dengan hasil analisis kimia tersebut dapat ditentukan kualitas airtanah di daerah penyelidikan.

### 3. Materi dan Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di CAT Palu Provinsi Sulawesi Tengah, pada luasan wilayah ±474,60 km<sup>2</sup>. Secara administratif mencakup sebagian Kota Palu (Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah), Kabupaten Donggala dan Sigi. Populasi penelitian meliputi keseluruhan agihan potensi airtanah di CAT Palu Provinsi Sulawesi Tengah. Potensi airtanah di daerah penelitian tidak merata pada setiap satuan bentuklahan dengan kondisi geologi yang bervariasi (distribusi bersifat spasial dan temporal). Sampel penelitian terdiri dari sampel

area dan sampel poin. Sampel area yaitu: CAT Palu bagian barat dan timur, yang dipisahkan oleh Sungai Palu. Sampel poin terdiri atas sampel kualitas airtanah yang ditujukan untuk pengambilan data kualitas (unsur – unsur kimia terlarut) airtanah bebas dan tertekan. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat maka sampel airtanah bebas dipisahkan antara pengamatan dari sumur gali dan sumur pantek dengan mataair. Cara penarikan sampel dengan *random* dan *proportional sampling*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Bahan atau materi yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: 1). Peta Rupa Bumi Palu Lembar 2015-32, Parigi Lembar 2115-11, Kulawi Lembar 2014-62, Maranatha Lembar 2014-64, Langko Lembar 2114-41, Wuasa Lembar 2114-42, dan Kamamora Lembar 2114-43, Tahun 1991, skala 1:50.000 oleh Bakosurtanal, Bogor, 2). Citra Penginderaan Jauh Landsat ETM<sup>+</sup> Tahun 2005 dan SRTM Tahun 2004 oleh Bank Data LAPAN, Jakarta, 3). SNI. 6989.58: 2008. ICS 13.060.50. Air dan Air Limbah : 58. Metode Pengambilan Contoh Airtanah, 4). SNI. 13-6185-1999. ICS 07.070. Penyusunan Peta Geomorfologi, dan 5). Hasil analisis data hidrogeologi bawah permukaan dari kegiatan pemboran, pendugaan geofisika dan uji pemompaan Tahun 1994, 2000, 2006 dan 2008 oleh Proyek Pengembangan Airtanah (P2AT) Sub Dinas Pengairan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sulawesi Tengah.

Tabel 1. Sebaran sampel kualitas airtanah di Cekungan Airtanah Palu

Satuan Bentuk Lahan	Sebaran Administratif (Kecamatan)	Jumlah Sampel Air Tanah					Teknik Pengambilan Sampel
		Bebas		Tertekan			
Kualitas Air Tanah		SG	SP	MA	SE	SD	
CAT bagian timur	Palu Timur	5	7	6	0	2	<i>Random</i> dan <i>Proportional sampling</i>
	Palu Selatan	6	9	2	0	1	
	Dolo	5	10	3	0	0	
	Biromaru	13	29	17	6	19	
	Gumbasa	3	7	10	0	0	
	Jumlah	32	62	38	6	22	
CAT bagian barat	Palu Barat	6	13	7	0	3	<i>Random</i> dan <i>Proportional sampling</i>
	Palu Selatan	6	5	2	0	2	
	Marawola	5	7	15	1	2	
	Dolo Barat	5	7	15	0	0	

Tabel 1. (lanjutan)

Satuan Bentuk Lahan	Sebaran Administratif (Kecamatan)	Jumlah Sampel Air Tanah					Teknik Pengambilan Sampel
		Bebas	SG	SP	MA	SE	
<b>Kualitas Air Tanah</b>							
Dolo Selatan		5	8	6	0	0	<i>Random dan proportional sampling</i>
<b>Jumlah</b>		26	40	45	1	7	
<b>Total</b>		58	102	83	7	29	

Sumber: Hasil analisis dan Perumusan , 2009

Keterangan: Fe, Mn, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, TDS, pH

SG= Sumur Gali  
SP= Sumur Pantek  
MA= Mataair  
SE= Sumur Eksplorasi  
SD= Sumur Produksi

Tabel 2. Parameter Kimia Penentu Kualitas Airtanah Untuk Air Minum

Unsur	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan (mg/liter)				Hasil Analisis
	Permenkes. RI	Kep.Men. ESDM	PP.RI.No.20/1990	UNESCO/WHO/UN EP	
<b>Fe</b>	0,3	0,1	0,3	0,3	<b>0,3</b>
<b>Mn</b>	0,1	0,5	0,1	0,1	<b>0,1</b>
<b>Cl</b>	500	600	250	250	<b>250</b>
<b>NO<sub>3</sub></b>	50	20	10	-	<b>10</b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	3	0,0	0,1	-	<b>0,1</b>
<b>SO<sub>4</sub></b>	250	400	400	400	<b>250</b>
<b>pH</b>	6,5 - 8,5	7,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	<b>6,5 – 8,5</b>
<b>TDS</b>	1.000	1.500	1.000	1.000	<b>1.000</b>

Sumber: Hasil Analisis dan Perumusan dari Beberapa Referensi, 2009

Alat untuk mengumpulkan data, terdiri atas: 1). peralatan untuk pengukuran sifat fisik airtanah dan kondisi medan, seperti: EC meter, meteran, palu, kompas geologi, GPS dan botol sampel, 2). perangkat analisis kimia airtanah, seperti: titrasi, spektrofotometer, flamefotometer, kertas pH meter dan sebagainya, dan 3). *software* dan *hardware*, antara lain: Arc View Gis, Map Info Discover versi 6.0, Globe Mapper versi 9.0, Rockworks versi 2002 dan Surfer versi 8.0. Jenis dan teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

a. **Data Hidrogeologi:** 1). Kondisi geomorfologi dan geologi: satuan bentuklahan, litologi, stratigrafi, dan struktur geologi, dan 2). Titik pengamatan hidrogeologi dan hidrologi

meliputi: sumur gali, sumur pantek, mataair dan sumur bor.

b. **Data Kualitas Airtanah,** terdiri atas senyawa anorganik utama: besi (Fe), mangan (Mn), klorida (Cl), nitrat (NO<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), sulfat (SO<sub>4</sub>), derajat keasaman (pH), dan TDS pada 279 sampel airtanah bebas dan tertekan.

Analisis data meliputi analisis laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan kimia sampel airtanah dibandingkan dengan baku mutu air untuk air minum, seperti yang tertera pada Tabel 2. Berdasarkan analisis tersebut ditentukan kelompok kualitas airtanah, baik berkualitas A, B, C, maupun D. Analisis spasial dengan cara melakukan pengeplotan data kualitas airtanah ke dalam peta dasar hasil interpretasi citra satelit.

Selanjutnya dilakukan analisis potensi airtanah, berdasarkan hasil tumpangsusun peta kualitas airtanah. Analisis ini menggunakan Sistem Informasi Geografis PC Arc/Info, yang penyajiannya dengan menggunakan Arc View GIS versi 3.3, Map Info Discover versi 6.0, dan Globe Mapper versi 9.0. Penentuan kualitas airtanah melalui perhitungan parameter - parameter seperti pada Tabel 2. meliputi unsur: besi (Fe), mangan (Mn), klorida (Cl), nitrat (NO<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), sulfat (SO<sub>4</sub>), derajat keasaman (pH), dan TDS. Metode pengambilan sampel mengacu pada: SNI. 6989.58: 2008. ICS 13.060.50. Air dan Air Limbah : 58. tentang Metode Pengambilan Contoh Airtanah. Evaluasi yang dilakukan: 1). evaluasi hidrokimia untuk menguji kelayakan penggunaan airtanah untuk keperluan air minum dan 2). evaluasi peruntukan untuk mengetahui kelayakan penggunaan airtanah untuk keperluan air minum.

Berdasarkan kriteria kualitas, airtanah wilayah penelitian dibedakan menjadi dua kelas, yakni: 1). baik, jika kandungan unsur atau senyawa kimia penentu kualitas airtanah sesuai dengan ketentuan hasil analisis, dan 2). jelek, jika kandungan unsur atau senyawa kimia penentu kualitas airtanah tidak sesuai dengan ketentuan hasil analisis pada Tabel 2.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Penentuan kualitas airtanah dalam penelitian ini, meliputi kualitas airtanah bebas, mataair dan tertekan. Pengambilan sampel pada bulan Mei 2008 - Desember 2008 dan bulan Mei – Juni 2009. Pemeriksaan sampel di Laboratorium Analitik Fakultas Pertanian Universitas Tadulako.

Pengelompokkan kualitas airtanah untuk air minum berdasarkan parameter: Fe, Mn, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, pH, dan TDS.

Standar yang digunakan berdasarkan referensi (Permenkes No.907/Menkes/SK/VII/2002, Kep.Men.ESDM No.1451K/10/MEM/2000, PP.RI.No. 20/1990 dan UNESCO/WHO/UNEP/1992) yang disesuaikan dengan kondisi lapangan.

#### 4.1 Tingkat Potensi Kualitatif Airtanah Bebas

Tingkat potensi kualitatif airtanah bebas berdasarkan sampel, yaitu: 32 sumur gali dan 62 sumur pantek di bagian timur, serta 26 sumur gali dan 40 sumur pantek di bagian barat. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas airtanah bebas pada umumnya baik. Agihan kualitas airtanah klas jelek hanya ditemukan di beberapa tempat. Di bagian timur yaitu di Kecamatan Palu Selatan di daerah Tatura (TDS 1.107,6 mg/l) dan Birobuli (Fe 0,43 mg/l dan Mn 0,20 – 0,33 mg/l). Di Kecamatan Dolo yaitu di daerah Potoya (Fe 0,56 mg/l). Di Kecamatan Biromaru yaitu: di daerah Rantekala (TDS 1.037,4 mg/l), Kalora (NO<sub>3</sub> 17,70 mg/l), Kintabaru (NO<sub>3</sub> 10,50 mg/l), Sidondo (TDS 1.917,5 mg/l), Sibowi (NO<sub>3</sub> 11,0 mg/l) dan Kalora (Fe 2,70 mg/l). Di bagian barat hanya ditemukan di Kecamatan: Palu Barat di daerah Balaroa (NO<sub>2</sub> 10,50 mg/l), Dolo Barat di daerah Rarampadende (NO<sub>3</sub> 47,30 mg/l), Dolo Selatan di daerah: Sambo (NO<sub>3</sub> 61,80 mg/l), Jono (NO<sub>3</sub> 31,00 mg/l), Wisolo (Fe 0,50 mg/l), dan Bangga (NO<sub>3</sub> 13,50 mg/l). Pada Tabel 3. disajikan agihan nilai unsur kimia airtanah bebas berdasarkan wilayah agihan.

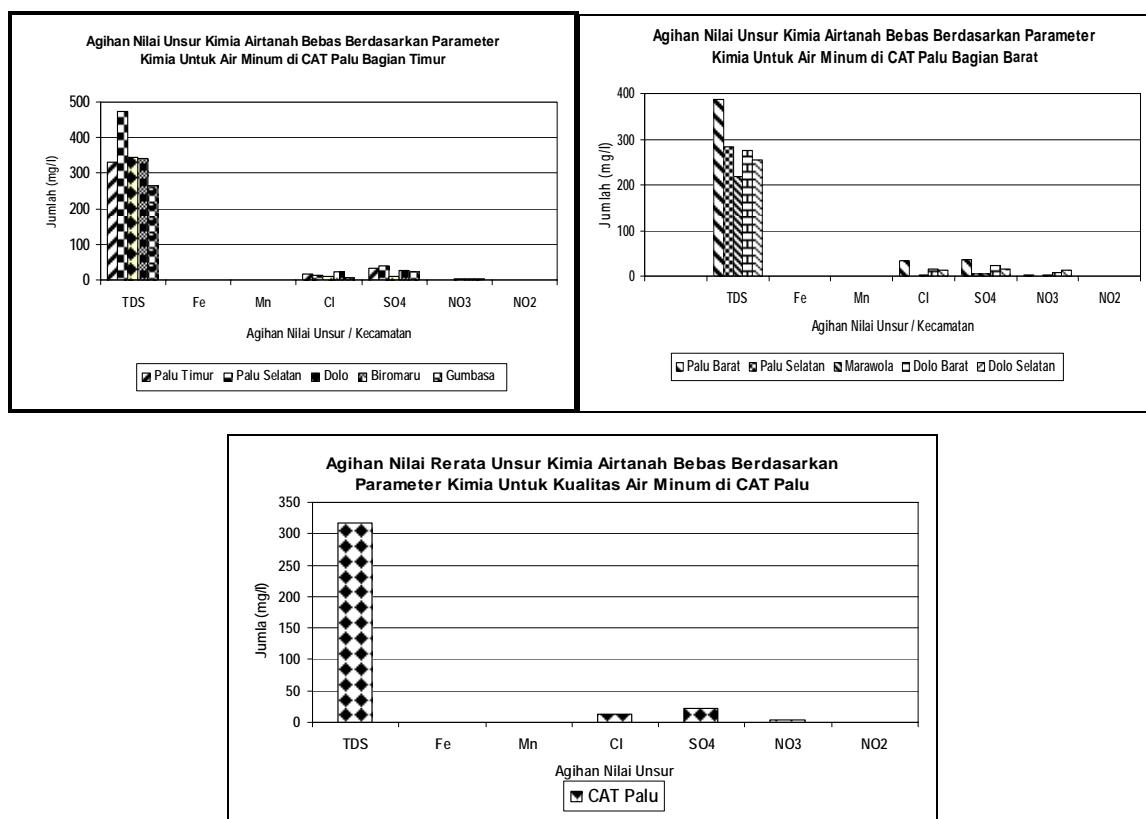
Tabel 3. Tingkat Potensi Kualitatif Airtanah Bebas di CAT Palu

Agihan Kecamatan	Parameter Kimia Jumlah (mg/l)						
	TDS	Fe	Mn	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
<b>CAT Timur</b>							
Palu Timur	329,55	0,00	0,01	16,51	32,24	0,80	0,01
Palu Selatan	474,85	0,05	0,04	14,28	38,86	1,40	0,02
Dolo	343,76	0,04	0,00	10,87	11,04	2,92	0,01
Biromaru	341,79	0,08	0,01	21,94	27,61	4,37	0,01
Gumbasa	266,44	0,00	0,00	6,02	23,24	3,17	0,00
<b>Rerata</b>	<b>351,28</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>13,92</b>	<b>26,60</b>	<b>2,53</b>	<b>0,01</b>

Tabel 3. (lanjutan)

Agihan Kecamatan	Parameter Kimia Jumlah (mg/l)						
	TDS	Fe	Mn	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
<b>CAT Barat</b>							
Palu Barat	387,84	0,00	0,00	34,91	35,11	2,62	0,56
Palu Selatan	282,62	0,00	0,00	0,82	6,49	1,21	0,01
Marawola	218,13	0,00	0,00	3,17	5,58	2,44	0,01
Dolo Barat	275,28	0,00	0,00	15,53	23,53	7,41	0,00
Dolo Selatan						11,7	
	253,55	0,06	0,00	13,21	14,42	1	0,00
<b>Rerata</b>	<b>283,48</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>13,53</b>	<b>17,02</b>	<b>5,08</b>	<b>0,12</b>
<b>CAT Palu</b>	<b>317,38</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>13,73</b>	<b>21,81</b>	<b>3,80</b>	<b>0,06</b>

Sumber: Hasil Analisis Data Lapangan, 2009



Gambar 2. Agihan Nilai Unsur Kimia Airtanah Bebas Berdasarkan Parameter Kimia Untuk Kualitas Air Minum di CAT Palu

Selanjutnya berdasarkan Tabel 3. dapat digambarkan agihan nilai parameter kimia seperti

pada Gambar 2, yang menunjukkan agihan dan rerata nilai unsur kimia di CAT bagian timur dan barat.

#### 4.2 Tingkat Potensi Kualitatif Mataair

Penentuan tingkat potensi kualitatif mataair berdasarkan data 38 mataair di CAT bagian timur dan 45 mataair di bagian barat. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data, tingkat potensi kualitatif mataair pada umumnya termasuk klas baik. Di CAT bagian timur agihannya di dataran aluvial dan perbukitan denudasional di Aluvium dan Formasi Pakuli. Agihan kualitas mataair klas jelek hanya ditemukan setempat - setempat, seperti di: Mataair Wuno (Fe 0,48 mg/l), Mataair Maku (Fe 0,40 mg/l), Mataair Panas Bora (TDS 2.028 mg/l, Cl 698,70 mg/l, dan SO<sub>4</sub> 345,00 mg/l), Mataair Panas Lampio (Fe 0,30 mg/l), dan Mataair Panas Pakuli (TDS 1.825,50 mg/l dan Cl 417,50 mg/l). Di CAT bagian barat, kualitas mataair juga termasuk klas baik, agihannya di dataran aluvial dan perbukitan denudasional. Agihan kualitas mataair klas jelek, hanya ditemukan setempat - setempat, yaitu di Kecamatan Palu Barat di Mataair Wuwu Yuga (NO<sub>2</sub> 24,70 mg/l) dan Wuwu Kulu (pH 6,4 dan NO<sub>2</sub> 24,60 mg/l) serta di Mataair Baloroa I (NO<sub>2</sub> 19,80 mg/l). Di Kecamatan Marawola kualitas mataair klas jelek juga ditemukan di Mataair Sibari (NO<sub>3</sub> 13,60 mg/l) dan Salabomba (NO<sub>3</sub> 13,00 mg/l). Di Kecamatan Dolo Barat, hanya terdapat di Mataair Panas Mantikole (TDS 1.221,40 mg/l dan Cl 412 mg/l). Di Kecamatan Dolo Selatan, di Mataair Panas Pulu (NO<sub>3</sub> 15,00 mg/l). Berdasarkan agihan

nilai parameter kimia per titik sampel maka pada Tabel 4. disajikan agihan nilai unsur kimia airtanah mataair berdasarkan wilayah agihan yaitu CAT bagian barat dan timur.

Berdasarkan Tabel 4.dapat digambarkan agihan nilai parameter kimia mataair Fe, Mn, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, pH, dan TDS seperti yang disajikan pada Gambar 3.

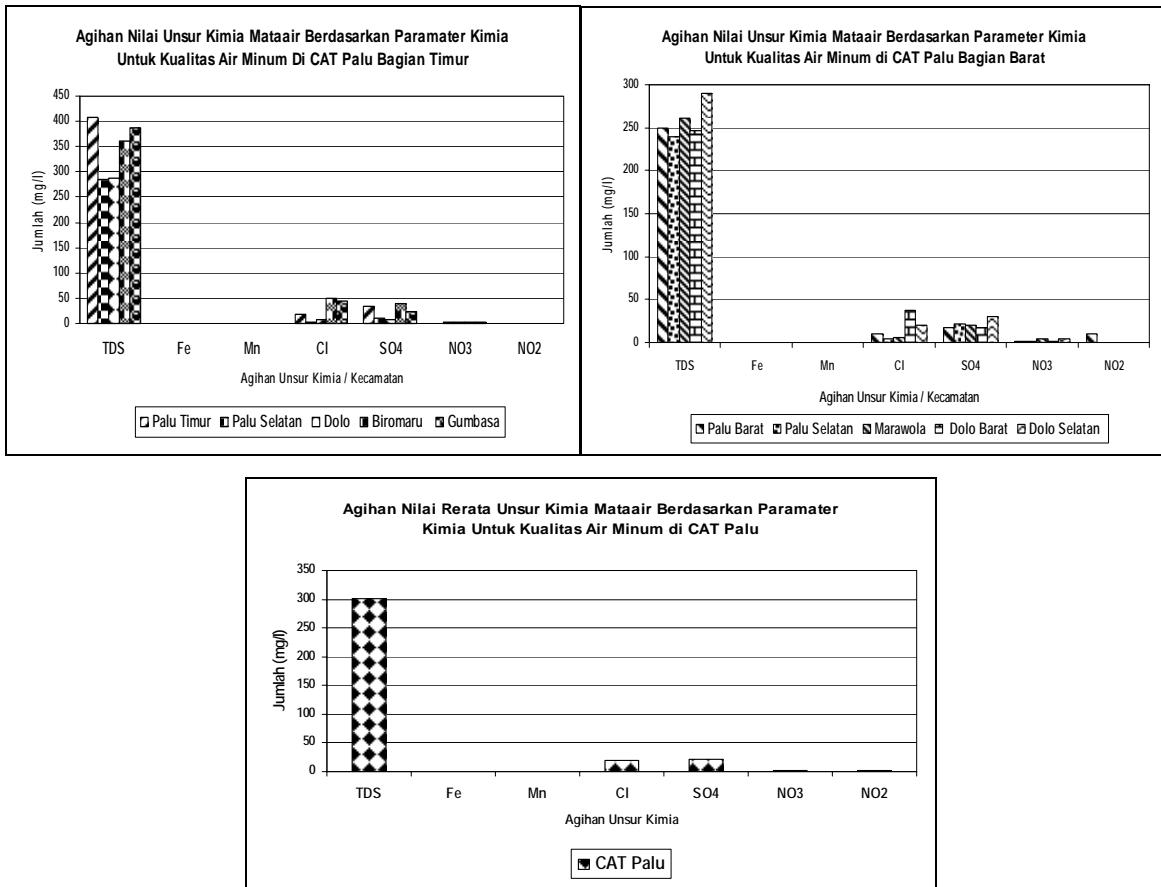
#### 4.3 Tingkat Potensi Kualitatif Airtanah Tertekan

Penentuan tingkat potensi kualitatif airtanah tertekan berdasarkan hasil analisis data dari 36 sumur bor eksplorasi (SE) dan produksi (SD) dari 78 sumur bor yang ada. Berdasarkan hasil analisis data, tingkat potensi kualitatif airtanah tertekan di CAT Palu, pada umumnya termasuk klas baik. Di bagian timur, agihannya di Kecamatan: Palu Timur, Palu Selatan, dan Biromaru di dataran aluvial dan perbukitan denudasional. Tingkat potensi kualitatif airtanah tertekan klas jelek, hanya ditemukan di beberapa tempat. Di daerah Bora (SE-TW-131) kualitas airtanah tertekan termasuk klas jelek, dengan TDS 1.934,40 mg/l, Cl 548,00 mg/l, dan SO<sub>4</sub> 265,00 mg/l. Di bagian barat secara keseluruhan potensi kualitatif airtanah tertekan termasuk klas baik. Pada Tabel 5. disajikan agihan nilai unsur kimia airtanah tertekan. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada umumnya kualitas airtanah tertekan termasuk klas baik. Berdasarkan Tabel 5. dapat digambarkan agihan nilai parameter kimia di CAT bagian timur dan barat.

Tabel 4. Tingkat Potensi Kualitatif Mataair di CAT Palu

Agihan Kecamatan	Parameter Kimia Jumlah (mg/l)						
	TDS	Fe	Mn	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
<b>CAT Timur</b>							
Palu Timur	408,74	0,00	0,00	18,27	33,65	0,50	0,03
Palu Selatan	284,38	0,00	0,00	3,70	9,40	1,50	0,01
Dolo	286,87	0,01	0,30	7,77	7,77	1,50	0,00
Biromaru	360,02	0,09	0,00	50,16	39,29	1,75	0,02
Gumbasa	387,14	0,03	0,00	45,76	23,54	2,46	0,00
<b>Rerata</b>	<b>345,43</b>	<b>0,03</b>	<b>0,06</b>	<b>25,13</b>	<b>22,73</b>	<b>1,54</b>	<b>0,01</b>
<b>CAT Barat</b>							
Palu Barat	248,86	0,00	0,00	10,35	16,65	1,70	9,88
Palu Selatan	239,53	0,00	0,00	3,96	22,06	1,75	0,03
Marawola	260,69	0,01	0,00	5,13	20,91	3,62	0,01
Dolo Barat	246,05	0,01	0,00	37,98	17,63	1,77	0,01
Dolo Selatan	290,55	0,05	0,00	20,43	30,78	4,23	0,01
<b>Rerata</b>	<b>257,13</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>15,57</b>	<b>21,60</b>	<b>2,61</b>	<b>1,99</b>
<b>CAT Palu</b>	<b>301,28</b>	<b>29,07</b>	<b>29,09</b>	<b>47,36</b>	<b>48,14</b>	<b>30,71</b>	<b>30,05</b>

Sumber: Hasil Analisis Data Lapangan, 2009



Gambar 3. Agihan Nilai Unsur Kimia Mataair Berdasarkan Parameter Kimia Untuk Kualitas Air Minum di CAT Palu

Tabel 5. Tingkat Potensi Kualitatif Airtanah Tertekan di CAT Palu

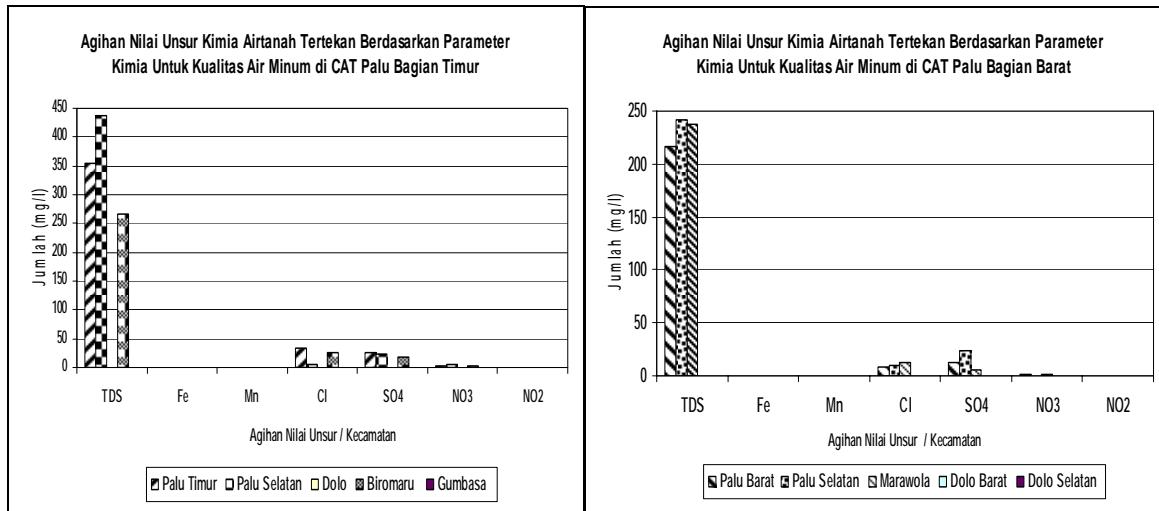
Agihan Kecamatan	Parameter Kimia Jumlah (mg/l)						
	TDS	Fe	Mn	Cl	SO4	NO3	NO2
<b>CAT Timur</b>							
Palu Timur	353,28	0,00	0,04	32,95	26,10	2,85	0,00
Palu Selatan	436,80	0,00	0,01	5,90	22,90	5,30	0,00
Dolo	-	-	-	-	-	-	-
Biromaru	267,54	0,00	0,00	25,94	17,73	3,27	0,04
Gumbasa	-	-	-	-	-	-	-
Rerata	352,54	0,00	0,02	21,60	22,24	3,81	0,01

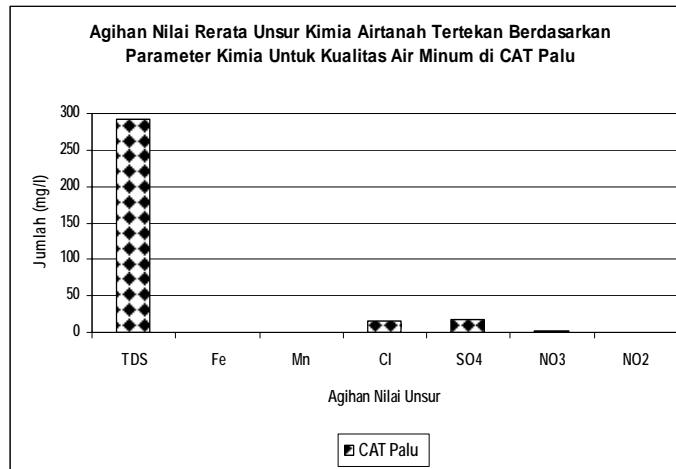
<b>CAT Barat</b>							
Palu Barat	215,8 0	0,00	0,00	8,50	12,17	1,63	0,06
Palu Selatan	242,1 3	0,00	0,00	9,98	24,35	0,00	0,12

Tabel 5. (lanjutan)

Agihan Kecamatan	<b>Parameter Kimia Jumlah (mg/l)</b>						
	<b>TDS</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cl</b>	<b>SO4</b>	<b>NO3</b>	<b>NO2</b>
<b>CAT Barat</b>							
Marawola	238,1 2	0,00	0,03	13,13	5,20	1,43	0,01
Dolo Barat	-	-	-	-	-	-	-
Dolo Selatan	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rerata</b>	<b>232,0 1</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>10,54</b>	<b>13,91</b>	<b>1,02</b>	<b>0,06</b>
<b>CAT Palu</b>	<b>292,2 8</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>16,07</b>	<b>18,08</b>	<b>2,41</b>	<b>0,04</b>

Sumber: Hasil Analisis Data Lapangan, 2009 Ket: (-) tidak ada data sumur bor





Gambar 4. Agihan Nilai Unsur Kimia Airtanah Tertekan Berdasarkan Parameter Kimia Untuk Kualitas Air Minum di CAT Palu

#### 4.4 Zona Potensi Airtanah Berdasarkan Kriteria Kualitas

Kriteria kualitas airtanah (bebas dan tertekan) tergantung kepada jenis peruntukannya (air minum, industri, pertanian dan keperluan lainnya). Dalam penelitian ini kriteria kualitas

airtanah hanya dibatasi untuk air minum domestik. Pengelompokan klas potensi airtanah bebas, mataair, maupun tertekan berdasarkan hasil telaahan terhadap referensi yang ada dan disesuaikan dengan kondisi lapangan, serta pertimbangan parameter kimia yang terkait dengan litologi akuifer. Pada Tabel 6. dapat dilihat klas potensi airtanah di CAT Palu pada umumnya baik.

Tabel 6. Tingkat Potensi Kualitatif Airtanah di CAT Palu berdasarkan Nilai Kualitas

Agihan Kecamatan	Klas Potensi Airtanah			Klas Potensi Rerata
	Bebas	Mataair	Tertekan	
Palu Timur	2,00	2,00	2,00	2,00
Palu Selatan	1,89	2,00	2,00	1,96
Dolo	2,00	1,67	-	1,84
Biromaru	1,93	1,76	1,95	1,88
Gumbasa	2,00	1,90	-	1,95
Palu Barat	1,92	1,57	2,00	1,75
Palu Selatan	2,00	2,00	2,00	2,00
Marawola	2,00	1,87	2,00	1,96
Dolo Barat	2,00	1,93	-	1,97
Dolo Selatan	1,75	1,83	-	1,79
<b>CAT Palu</b>	<b>1,95</b>	<b>1,85</b>	<b>1,20</b>	<b>1,67</b>

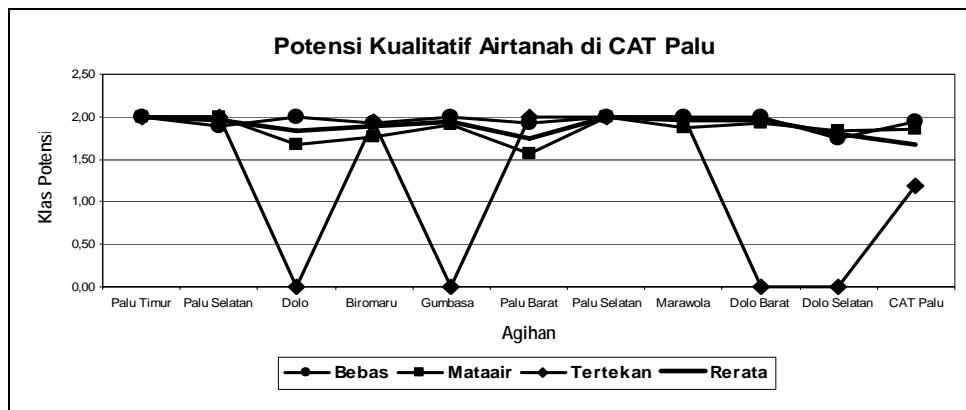
Sumber: Hasil Analisis Data Lapangan, 2009

**Keterangan:**

< 1,00: jelek jika kadar unsur kimia penentu kualitas tidak sesuai dengan ketentuan pada Tabel .2.

1,00 - 2,00: baik jika kadar unsur kimia penentu kualitas sesuai dengan ketentuan pada

Tabel .2.  
tanda (-) tidak data pendukung



Gambar 6. Grafik Zona Tingkat Potensi Kualitatif Airtanah di CAT Palu

Pada Gambar 6. tingkat potensi kualitatif airtanah bebas, mataair dan tertekan dapat dikelompokkan dari klas potensi jelek – baik (klas 1 – 2). Tingkat potensi kualitatif pada umumnya baik (klas 2). Klas kuantitas airtanah tertekan pada beberapa tempat berada pada klas nol, karena tidak ada sumur pengamatan (sumur bor) seperti di Kecamatan Dolo, Gumbasa, Dolo Barat dan Dolo Selatan.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data maka ada beberapa simpul bahasan yang dapat dikemukakan di bagian ini. Secara teoritis, penentuan kualitas potensi airtanah pada sistem airtanah, meliputi tingkat potensi kualitatif airtanah yang dihasilkan dari setiap sistem akuifer, baik sistem akuifer bebas maupun tertekan. Tingkat potensi kualitatif lebih cenderung pada analisis unsur kimia untuk kebutuhan air minum. Penelitian ini sependapat dengan APHA (1976) dan Mackereth *et al.*, (1989) serta Effendi (2003) bahwa reaktivitas, bilangan valensi, dan konsentrasi ion – ion terlarut sangat berpengaruh terhadap nilai unsur kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat potensi kualitatif airtanah bebas mataair dan airtanah tertekan termasuk klas baik. Agihannya di CAT bagian timur dan barat di bentuklahan dataran aluvial dan perbukitan denudasional. Berdasarkan kondisi geologi di Aluvium dan Formasi Pakuli, dengan litologi penyusun akuifer yang bervariasi.

Agihan kualitas dengan klas kualitas jelek (parameter kimia melebihi standar baku mutu yang ditetapkan), hanya ditemukan di beberapa tempat.

Dapat disimpulkan bahwa faktor kondisi fisik (morphology) yang tersebar pada satuan geomorfologi, litologi serta stratigrafi akuifer tertentu erat kaitannya dengan kemungkinan terjadinya pencemaran airtanah. Parameter kimia yang terkait dengan litologi akuifer umumnya mempunyai sebaran luas. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat: 1). Hem (1971) dan Sutikno (1989) bahwa perbedaan litologi dan umurnya akan mempengaruhi variasi kualitas airtanah, 2). Grand (Todd, 1980) bahwa potensi pencemaran airtanah berdasarkan: kedalaman sumber pencemar dari permukaan tanah, penyerapan oleh mineral – mineral di permukaan airtanah, permeabilitas akuifer, gradien muka airtanah, dan jarak horizontal antara sumur dengan sumber pencemar, dan 3). Sudarmadji (1991) bahwa ukuran batuan berpengaruh terhadap penyerapan pencemar. Akuifer dengan permeabilitas tinggi memungkinkan pencemar untuk menyebar dengan cepat.

### 5.2 Saran

Penelitian agihan spasial potensi airtanah mencakup aspek yang cukup luas. Perlu adanya kajian kualitas airtanah berdasarkan pendekatan geomorfologi dan geologi, karena kualitas airtanah sangat ditentukan oleh agihan sistem akuifer.

## 6. Daftar Pustaka

- American Public Health Association (APHA). 1976. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 4<sup>th</sup> Edition. American Public Health Association, Washington DC.
- Bintarto, H.R. 1991. *Geografi Konsep dan Pemikiran*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Boonstra, J and Ridder, D. 1981. Numerical Modelling of Groundwater Basins. *ILRI Publication* 29. London.
- Chapman, K. 1979. People, Pattern, and Process: *An Introduction to Human Geography*. Edward Arnold. London.
- Departemen Kesehatan. 2002. *Standar Kualitas Air Minum*. Departemen Kesehatan. Republik Indonesia. Jakarta.
- Effendi, H. 2007. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Gabler, R.E, Petersen, J.E., and Trapasso, L.M. 2007. *Essential of Physical Geography*. Thompson Brooks, California.
- Gregory, K.J. and Walling, D.E. 1973. *Drainage Basin Form and Process*. Fletcher & Son Ltd. Norwich.
- Haggett, P. 1970. *Locational Analysis in Human Geography*. Harper and Row Publisher. London.
- Haryono, E. 2008. Metodologi Geografi Fisik. *Seminar Nasional Filsafat Sains Geografi*, Yogyakarta 12 Juli 2008. Fakultas Geografi. UGM. Yogyakarta.
- Hem, J.D. 1971. Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water. Geological Survey Supply. *Paper No. 1473*. Government Printing Office. Washington D.C. U.S.
- Hendrayana, H. 1994. Pengantar Hidrogeologi. *Laporan Kursus Singkat Pengelolaan Airtanah Angkatan I* Yogyakarta, 6-15 Juli 1994. UGM. Yogyakarta.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. and Talling, J.F. 1989. *Water Analysis*. Freshwater Biological Association, Cumbria, UK.
- Pusat Lingkungan Geologi. 2007. *Kumpulan Panduan Teknis Pengelolaan Airtanah*. Pusat Lingkungan Geologi. Bandung.
- Ruan, H and Illangasekare, T.H. 1999. Estimation of Relative Hydraulic Conductivity of Sandy Soils Based on A Sheet Flow Model. *Journal of Hydrology* 219, pp 83 - 93.
- Sudarmadji. 1991. Agihan Geografi Sifat Kimiai Airtanah Bebas di Kotamadya Yogyakarta. *Disertasi*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Sutikno. 1989. Kajian Bentuk Lahan Untuk Pemintakatan Sistem Penyediaan Air Bersih di DAS Serang, Kulon Progo. *Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Sutikno. 2005. Peran Geografi Dalam Pengelolaan Sumberdaya Air. *Prosiding Seminar Nasional*. UMS. 23 - 24 September 2005. Surakarta.
- Travis, C.C and Etnier, E.L. 1984. *Groundwater Pollution*. American Association for The Advancement of Science. Edited by Curtis C. Washington.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Wiley and Sons, Inc. New York.