

SIFAT KIMIA AIRTANAH DI WILAYAH KELURAHAN CEMOROKANDANG KOTA MALANG

Hari Siswoyo¹, M. Bisri¹, Moh. Sholichin¹, Emma Yuliani¹, Runi Asmaranto¹, & Wahyu Nafier A¹

¹Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Abstrak. Aspek penting yang harus diperhatikan dalam pengelolaan airtanah diantaranya adalah sifat kimia dari airtanah, hal ini dikarenakan sifat tersebut akan memberikan dampak bagi obyek yang akan menerima pasokan airtanah. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memetakan sifat kimia airtanah di lokasi penelitian. Analisis sifat kimia airtanah dilakukan dengan menggunakan Model Diagram Trilinier Piper dengan bantuan paket program komputer AquaChem versi 3.6 dan untuk memetakannya dengan menggunakan bantuan paket program komputer Surfer 8. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa airtanah di lokasi penelitian memiliki sifat kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%, dengan kation Tipe No Dominan dan anion Tipe Bikarbonat.

Kata kunci: sifat kimia; airtanah; diagram trilinier piper.

Abstract. One aspect that must be considered in order processing groundwater is the groundwater chemical characteristics. The purpose of this research is to assess and mapping the chemical characteristics of groundwater. To determine the chemical characteristics of this groundwater using the method of Pipers Trilinier Diagram with the help AquaChem package version 3.6 for Windows and to mapping the chemical characteristics of this groundwater with the help package Surfer 8. Based on the analysis results, it can be stated that the chemical characteristics of groundwater at the study site is generally has a carbonate hardness (secondary alkalinity) more than 50%, with cations bicarbonat type and anions no dominant type.

Key Words: chemichal characteristic, groundwater, pipers trilinier diagram.

Sejalan dengan semakin pentingnya peran airtanah dalam memenuhi berbagai kebutuhan, maka diperlukan upaya nyata dalam pengelolaan sumberdaya airtanah yang berwawasan lingkungan. Salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam upaya pengelolaan airtanah adalah sifat kimia dari airtanah tersebut. Hal ini dikarenakan sifat kimia akan dapat memberikan pengaruh baik bersifat positif ataupun negatif terhadap obyek yang menerima pasokan airtanah tersebut.

Siswoyo, *et. al.* (2012) melakukan penelitian terhadap karakteristik kimia airtanah dalam hal ini airtanah dangkal (bebas) pada berbagai kelompok akuifer di Cekungan Air Tanah (CAT) Pasuruan. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh temuan-temuan: airtanah di lokasi penelitian pada umumnya adalah airtanah tawar, memiliki kekerasan karbonat lebih dari 50%, airtanah didominasi oleh alkali tanah dan asam lemahnya, dengan kation-kationnya memiliki Tipe Magnesium dan anion-anionnya memiliki Tipe Bikarbonat. Hasil penelitian ini menunjukkan sampel-

sampel airtanah yang diambil dari kelompok akuifer yang berbeda dalam satu cekungan air tanah memiliki karakteristik kimia yang sama. Hasil dari penelitian Siswoyo, *et. al.* (2012) masih memunculkan pertanyaan ataupun dugaan bagi peneliti untuk ditindaklanjuti dengan penelitian berikutnya.

Penelitian ini dilaksanakan di Wilayah Kelurahan Cemorokandang Kota Malang Provinsi Jawa Timur. Secara hidrogeologis, wilayah Kelurahan Cemorokandang tersebut berada di dalam CAT Brantas. Secara keseluruhan CAT Brantas memiliki potensi airtanah bebas sebesar 3.674 juta m³/tahun dan airtanah tertekan sebesar 175 juta m³/tahun dengan luas 6.186 km² yang meliputi 18 kabupaten/kota. (Kep-Men. ESDM Nomor. 716K/40/MEM/2003).

Studi ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui karakteristik akuifer yang ada di lokasi penelitian. (2) Mengetahui sifat kimia airtanah pada tiap jenis akuifer yang ada di lokasi penelitian. (3) Mengetahui persamaan ataupun perbedaan sifat kimia airtanah pada jenis akuifer yang berbeda dalam CAT yang sama

dan jenis akuifer yang sama pada CAT yang berbeda. (4) Memetakan sifat kimia airtanah yang dominan di lokasi penelitian.

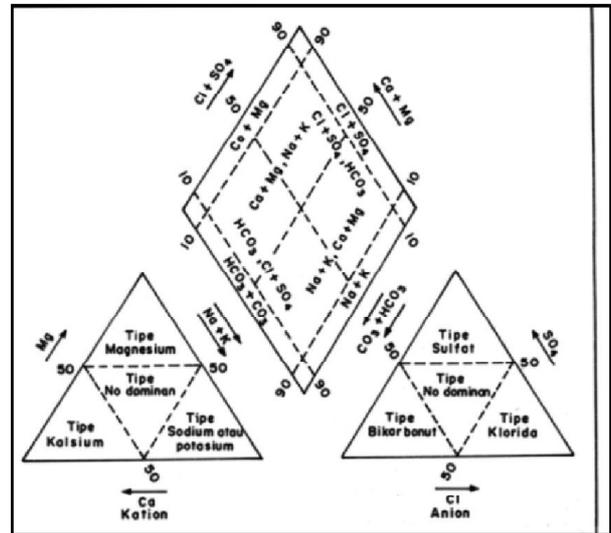
EKSPERIMEN

Penentuan sifat kimia airtanah dapat menggunakan berbagai macam model, diantaranya ada 6 model yang dikenal yaitu: *Model Klasifikasi Kurlov, Model Diagram Pie, Model Diagram Trilinier Piper, Model Diagram Pola Stiff, Model Diagram Fingerprint, dan Model Diagram Komposisi*. Berdasarkan kajian pada penelitian sebelumnya (Siswoyo et al., 2012), dalam penelitian ini digunakan *Model Diagram Trilinier Piper*. Sebagaimana dinyatakan dalam Suharyadi (1984), bahwa model ini merupakan model yang terpenting untuk studi genetis airtanah, sangat efektif dalam pemisahan analisis data bagi studi krisis terutama mengenai sumber unsur penyusun terlarut dalam airtanah, perubahan atau modifikasi sifat-sifat air yang melewati suatu wilayah tertentu serta hubungannya dengan problem-problem geokimia.

Eksperimen dirancang dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Karakteristik akuifer di lokasi penelitian dipetakan berdasarkan Peta Cekungan Air Tanah dan Peta Hidrogeologi yang didapatkan dari Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, dengan tujuan untuk mengetahui sebaran jenis akuifer yang ada di lokasi penelitian.
2. Melakukan survey lapangan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel airtanah yang berupa sumur sumur gali dan sumur bor, agar sampel yang diambil dapat mewakili tiap jenis akuifer yang ada di lokasi penelitian.
3. Mengambil sampel airtanah pada lokasi sumur yang telah ditentukan pada langkah (2).
4. Pengujian laboratorium terhadap sampel airtanah guna mengetahui kandungan parameter pH, Na, Mg, K, SO₄, HCO₃, Cl, dan Ca. Penentuan parameter-parameter yang diuji, didasarkan pada kebutuhan input data yang diperlukan di dalam model penentuan sifat kimia airtanah yaitu Model Diagram Trilinier Piper. Pengujian parameter pH menggunakan pHmeter, pengujian parameter Na, Mg, K, SO₄, dan Ca menggunakan Metode Spektrofotometri, serta pengujian parameter HCO₃ dan Cl menggunakan Metode Volumetri.

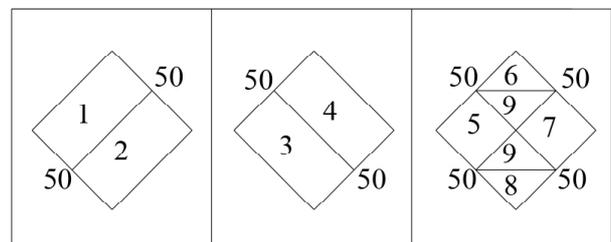
5. Analisis model penentuan sifat kimia airtanah dilakukan dengan menggunakan Model Diagram Trilinier Piper dengan alat bantu paket program komputer AquaChem versi 3.6. Interpretasi hasil pemodelan dilakukan berdasarkan gambar dan uraian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Trilinier Piper

(Sumber: Piper, 1944 dalam blog.ftb.itb.ac.id diunduh 4 Mei 2011)

Analisis sifat kimia airtanah dengan *Metode Diagram Trilinier Piper* dilakukan dengan cara mengelompokkan air tanah dari masing-masing sampel ke dalam kelompok-kelompok menurut tingkat kesadahan, alkalinitasnya, dan kadar garamnya. Sifat kimia air tanah dapat diketahui dengan memperhatikan kelompok dominan hasil pengeplotan data pada jajaran genjang. Pembagian daerah pada jajaran genjang ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Pembagian Daerah pada Jajaran Genjang menurut Piper

(Sumber: Walton, 1970 dalam Suharyadi, 1984)

Apabila titik yang diplot jatuh pada daerah (Suharyadi, 1984):

- (1) Berarti kandungan alkali tanah melebihi kandungan alkalinya.

- (2) Berarti kandungan alkali melebihi kandungan alkali tanahnya.
 - (3) Berarti asam lemah melebihi asam kuatnya.
 - (4) Berarti asam kuat melebihi asam lemahnya.
 - (5) Berarti kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%, airtanah didominasi oleh alkali tanah dan asam lemahnya.
 - (6) Berarti kekerasan non karbonat (kegaraman sekunder) lebih dari 50%.
 - (7) Berarti non karbonat alkali (kegaraman primer) lebih dari 50%, airtanah didominasi oleh alkali dan asam kuat.
 - (8) Berarti karbonat alkali (alkalinitas primer) lebih dari 50%.
 - (9) Berarti pasangan kation-anion seimbang tidak ada yang melebihi 50%.
6. Memetakan sifat kimia airtanah dangkal yang dominan di lokasi penelitian. Pemetaan dilakukan dengan menggunakan alat bantu paket program komputer Surfer 8.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Peta Cekungan Air Tanah dan Peta Hidrogeologi, dapat diinterpretasikan bahwa pada lokasi penelitian terdapat 3 (tiga) kelompok akuifer seperti ditunjukkan pada gambar 3, yaitu:

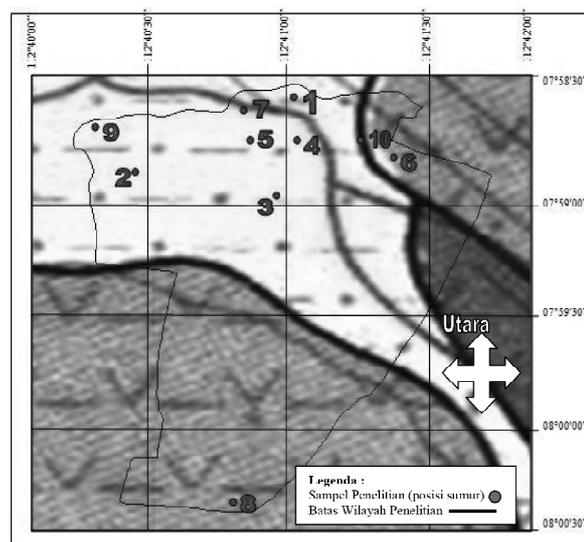
1. Warna Biru Muda: Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir. Akuifer produktif dengan penyebaran luas. Akuifer dengan keterusan sedang, muka airtanah atau tinggi pisometri airtanah dekat atau di atas muka tanah, debit sumur umumnya 5 sampai 10 liter/detik, dan di beberapa tempat lebih dari 20 liter/detik.
2. Warna Hijau Tua: Akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir. Akuifer produktif tinggi dengan penyebaran luas. Akuifer dengan keterusan dan kisaran kedalaman muka airtanah sangat beragam, debit sumur umumnya lebih dari 5 liter/detik.
3. Warna Hijau Sedang: Akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir. Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas. Akuifer dengan keterusan sangat beragam, kedalaman muka airtanah bebas umumnya dalam, debit sumur umumnya kurang dari 5 liter/detik.

Pengambilan sampel airtanah di lokasi penelitian dilakukan pada 2 kelompok akuifer saja. Untuk kelompok akuifer berwarna hijau tua tidak dilakukan pengambilan sampel karena tidak ditemukan lokasi sumur gali maupun sumur bor.

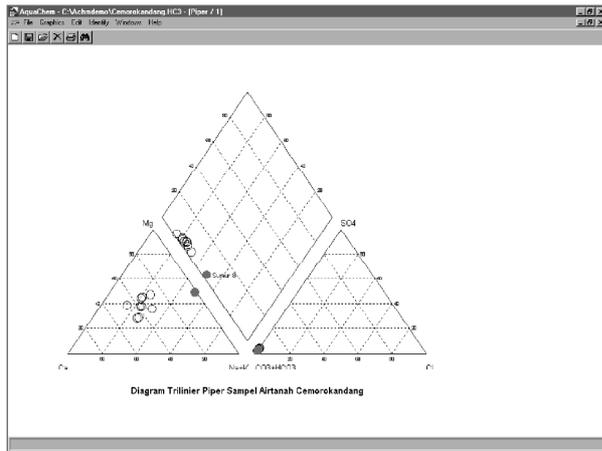
Pengambilan sampel dilakukan pada 10 lokasi, yang meliputi 8 lokasi pada kelompok akuifer berwarna biru muda dan 2 lokasi pada kelompok akuifer berwarna hijau sedang. Berdasarkan jenis sumur yang ada, dari 10 lokasi pengambilan sampel untuk penelitian, meliputi 8 sumur gali yang merepresentasikan kondisi airtanah bebas (dangkal) dan 2 sumur bor yang merepresentasikan kondisi airtanah tertekan (dalam).

Berdasarkan hasil pengujian secara terbatas terhadap parameter-parameter kualitas air dari sampel-sampel yang diambil di lokasi penelitian, dapat dinyatakan bahwa secara umum pH airtanah pada berbagai kelompok akuifer di lokasi penelitian memiliki sifat asam ($\text{pH} < 7$), kecuali pada sampel sumur nomor 8 yang memiliki $\text{pH} > 7$ yang berarti bersifat basa. Terkait dengan keasinan airtanah, Revelle (1941 dalam Irham, Achmad, dan Widodo, 2006) mengategorikan berdasarkan perbandingan konsentrasi klorida-bikarbonat (R). Apabila nilai $R > 1$ dan $\text{DHL} > 1500 \text{ mS/cm}$ maka keasinan airtanah disebabkan adanya intrusi air laut, sedangkan apabila $R < 1$ dan $\text{DHL} > 1500 \text{ mS/cm}$ maka keasinan airtanah disebabkan adanya pelarutan mineral-mineral garam yang terdapat pada batuan akuifer. Untuk nilai $\text{DHL} 1500\text{--}5000 \text{ mS/cm}$ merupakan airtanah payau, sedangkan untuk nilai $\text{DHL} < 1500 \text{ mS/cm}$ merupakan airtanah tawar. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium di atas, semua sampel airtanah memiliki nilai $\text{DHL} < 1500 \text{ mS/cm}$, sehingga dapat dinyatakan bahwa airtanah di lokasi penelitian merupakan airtanah tawar.

Hasil analisis Model Diagram Trilinier Piper untuk mengetahui sifat kimia airtanah dengan paket program AquaChem versi 3.6 ditunjukkan pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 3. Sebaran Jenis Akuifer di Lokasi Penelitian



Gambar 4. Diagram Trilinier Piper Sampel Airtanah Dangkal

Interpretasi sifat kimia airtanah secara teoritik dilakukan dengan mengacu pada Diagram Trilinier Piper pada gambar 1 dan Pembagian Daerah Pada Jajaran Genjang menurut Piper pada gambar 2.

1. Secara umum airtanah bersifat asam ($\text{pH} < 7$) kecuali pada sumur 8 (bersifat basa) yaitu sumur bor dengan kedalaman 130 meter yang berada pada jenis akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir memiliki sifat basa.
2. Secara umum **Tipe Kation** dari sampel airtanah tidak ada yang dominan (**Tipe No Dominan**), dimana komposisi antara kation Magnesium (Mg^{2+}) dan kation Kalsium (Ca^{2+}) adalah berimbang.
3. Secara umum Tipe Anion dari sampel airtanah adalah **Tipe Bikarbonat**.
4. Secara umum airtanah di lokasi penelitian memiliki **kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%** dimana airtanah tersebut didominasi oleh alkali tanah dan asam lemahnya, kecuali pada **sumur 8** alkalinitas primer lebih dari 50%.

Hasil penelitian ini menunjukkan sampel-sampel airtanah yang diambil dari kelompok akuifer yang berbeda dalam satu cekungan air tanah memiliki sifat kimia yang sama. Hal ini dapat terlihat pada hasil analisis semua sampel penelitian kecuali sumur 8 yang memiliki sifat kimia yang berbeda. Perbedaan sifat kimia sumur 8 dengan sumur-sumur lainnya diduga karena letak/keberadaan akuifer (lapisan batuan) yang disadap oleh sumur memiliki sifat-sifat tertentu yang mempengaruhi sifat kimia dari airtanah. **Sumur 8 ini adalah merupakan sumur dalam** dengan kedalaman 130 m yang digali dari elevasi tanah +612 m (dataran tinggi), dan diduga meliputi berbagai la-

pisan akuifer. Keterkaitan antara sifat kimia airtanah pada sumur 8 dengan formasi batuan yang ada memerlukan kajian tersendiri.

Dugaan bahwa sifat kimia airtanah pada tiap kelompok akuifer yang berbeda dalam satu CAT adalah sama, telah dibuktikan di dalam penelitian ini dimana sampel airtanah yang diambil di lokasi penelitian memiliki sifat kimia yang cenderung sama (kecuali sumur 8 yang merupakan sumur dalam pada dataran tinggi, yang memerlukan penelitian lebih lanjut). Dugaan bahwa kelompok akuifer yang sama pada CAT yang berbeda memiliki karakteristik yang sama, tidak terbukti secara keseluruhan di dalam penelitian ini. Pada kelompok akuifer biru muda dalam penelitian terdahulu di CAT Pasuruan, airtanah (dangkal) memiliki sifat kimia kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%, airtanah didominasi oleh alkali tanah dan asam lemahnya. Pada penelitian ini untuk kelompok akuifer biru muda airtanah dangkal juga memiliki sifat kimia kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50% dimana airtanah tersebut didominasi oleh alkali tanah dan asam lemahnya. Sehingga secara umum dapat dinyatakan sifat kimia kedua kelompok akuifer dari 2 CAT yang berbeda adalah sama. Namun demikian apabila diurai lebih lanjut tentang sifat-sifat anion dan kationnya, Tipe Anion dari sampel airtanah dalam penelitian ini adalah Tipe Bikarbonat (sama dengan penelitian terdahulu), sedangkan Tipe Kation dari sampel airtanah dalam penelitian ini tidak ada yang dominan (Tipe No Dominan), dimana komposisi antara kation Magnesium dan kation Kalsium adalah berimbang (berbeda dengan penelitian terdahulu yang cenderung bersifat Magnesium).

Perbandingan sifat-sifat airtanah berdasarkan kelompok akuifernya, baik yang diketahui berdasarkan penelitian ini maupun penelitian sebelumnya dapat ditabulasikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil penelitian ini tentunya masih juga menimbulkan pertanyaan ataupun dugaan bagi peneliti untuk ditindaklanjuti dalam penelitian-penelitian berikutnya. Dugaan bahwa sifat kimia airtanah antara sumur dangkal dan sumur dalam pada tiap kelompok akuifer dalam satu CAT yang sama adalah berbeda perlu dibuktikan dalam penelitian lebih lanjut.

Setelah diketahuinya sifat kimia airtanah di lokasi penelitian khususnya unsur kimia yang dominan seperti dinyatakan pada hasil penelitian di atas, selanjutnya dilakukan pemetaan dengan membuat Peta Kontur IsoBikarbonat (anion), Peta Kontur IsoMagnesium (kation), dan Peta Kontur IsoKalsium (kation) dengan bantuan paket program komputer Surfer 8. Pemetaan sifat-sifat kimia airtanah yang dominan di

Tabel 1. Perbandingan Sifat Kimia Airtanah berdasarkan Kelompok Akuifer

No	CAT Pasuruan ¹		Hasil Penelitian ²	
	Kelompok Akuifer	Sifat Kimia Airtanah	Kelompok Akuifer	Sifat Kimia Airtanah
1	Warna Biru Muda	<u>Tipe Kation:</u> Tipe Magnesium <u>Tipe Anion:</u> Tipe Bikarbonat <u>Sifat Umum:</u> memiliki kekerasan karbonat > 50%	Warna Biru Muda	<u>Tipe Kation:</u> Tipe No Dominan <u>Tipe Anion:</u> Tipe Bikarbonat <u>Sifat Umum:</u> memiliki kekerasan karbonat > 50%
2	Warna Hijau Sedang	<u>Tipe Kation:</u> Tipe Magnesium <u>Tipe Anion:</u> Tipe Bikarbonat <u>Sifat Umum:</u> memiliki kekerasan karbonat > 50%	Warna Hijau Sedang	<u>Tipe Kation:</u> Tipe No Dominan <u>Tipe Anion:</u> Tipe Bikarbonat <u>Sifat Umum:</u> memiliki kekerasan karbonat > 50%
3	Warna Hijau Tua	<u>Tipe Kation:</u> Tipe Magnesium <u>Tipe Anion:</u> Tipe Bikarbonat <u>Sifat Umum:</u> memiliki kekerasan karbonat > 50%	-	-
4	Warna Coklat Muda	<u>Tipe Kation:</u> Tipe Magnesium <u>Tipe Anion:</u> Tipe Bikarbonat <u>Sifat Umum:</u> memiliki kekerasan karbonat > 50%	-	-

Keterangan:

1 = hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan pada CAT Pasuruan

2 = hasil penelitian yang dilakukan pada CAT Brantas yang berada di wilayah Kelurahan Cemorokandang Kota Malang

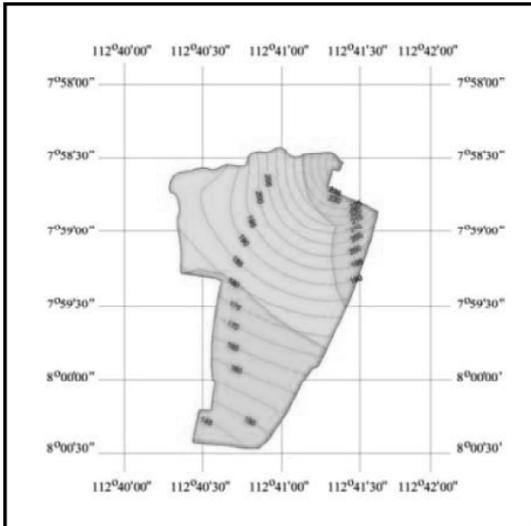
Sumber: Hasil Penelitian

lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 5 sampai gambar 10. Berdasarkan gambar 5 sampai dengan gambar 10 maka dapat diperkirakan nilai kandungan unsur-unsur kimia airtanah pada bagian-bagian lain di lokasi penelitian. Daerah yang mempunyai kontur rapat menandakan terjadinya perubahan yang besar pada jarak yang kecil, atau dapat dikatakan nilai kandungan unsur-unsur kimia airtanah berfluktuatif pada luasan daerah yang kecil. Dan untuk kontur yang renggang menandakan terjadinya perubahan yang kecil pada daerah yang luas, atau nilai kandungan sama untuk daerah yang relatif luas.

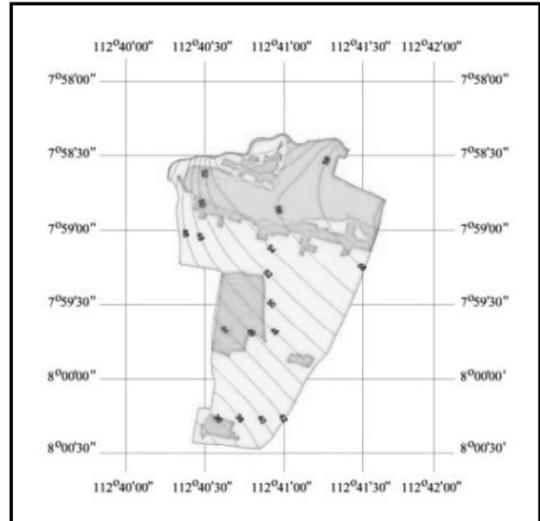
PENUTUP

Kesimpulan

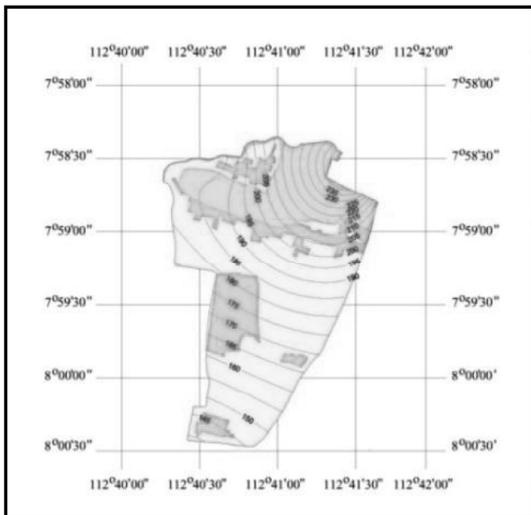
Wilayah Kelurahan Cemorokandang Kota Malang yang berada di CAT Brantas berdasarkan Peta Hidrogeologi terdiri dari 3 kelompok, yaitu : Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir produktif dengan penyebaran luas, Akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir produktif tinggi dengan penyebaran luas, dan Akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir produktif sedang dengan penyebaran luas.



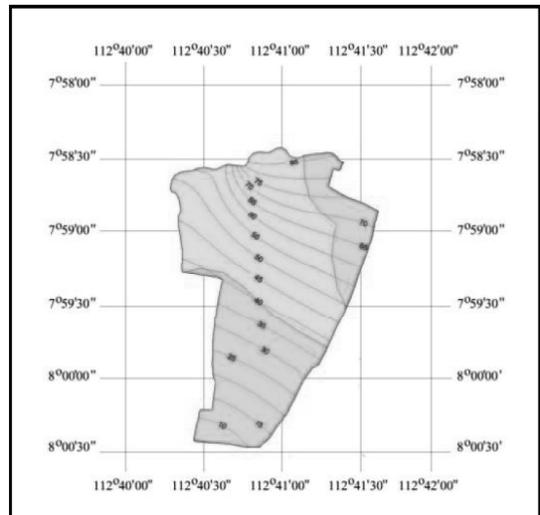
Gambar 5. Peta Kontur *IsoBikarbonat* yang dioverlay dengan Peta Hidrogeologi



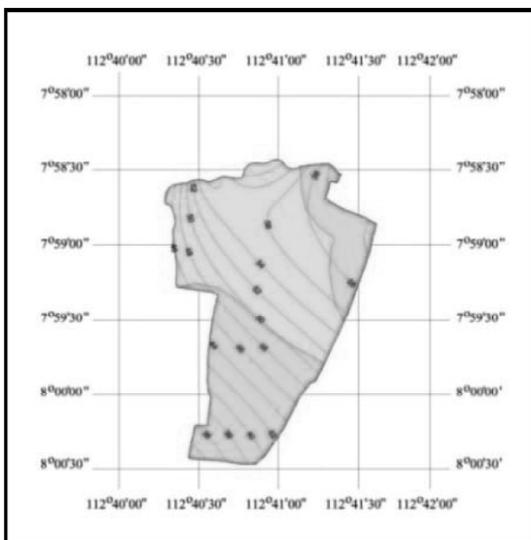
Gambar 8. Peta Kontur *IsoMagnesium* yang dioverlay dengan Peta Administratif Kelurahan Cemoro Kandang



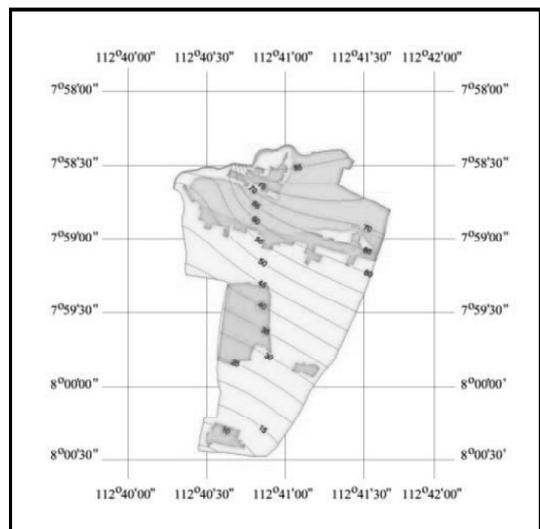
Gambar 6. Peta Kontur *IsoBikarbonat* yang dioverlay dengan Peta Administratif Kelurahan Cemoro Kandang



Gambar 9. Peta Kontur *IsoKalsium* yang dioverlay dengan Peta Hidrogeologi



Gambar 7. Peta Kontur *IsoMagnesium* yang dioverlay dengan Peta Hidrogeologi



Gambar 10. Peta Kontur *IsoKalsium* yang dioverlay dengan Peta Administratif Kelurahan Cemoro Kandang

Sifat-sifat kimia airtanah di lokasi penelitian berdasarkan analisis Metode Diagram Trilinier Piper dengan menggunakan paket program *AquaChem versi 3.6 for windows* adalah memiliki Tipe Kation **Tipe No Dominan** dimana komposisi antara kation Magnesium (Mg^{2+}) dan kation Kalsium (Ca^{2+}) adalah berimbang; dengan Tipe Anion adalah **Tipe Bikarbonat**. Secara umum airtanah di lokasi penelitian memiliki **kekerasan karbonat (alkalinitas sekunder) lebih dari 50%** dimana airtanah tersebut didominasi oleh alkali tanah dan asam lemahnya, kecuali pada **sumur 8** alkalinitas primer lebih dari 50%.

Sejauh dilakukannya penelitian ini, dapat dinyatakan secara umum bahwa sifat kimia airtanah pada tiap kelompok akuifer yang berbeda dalam satu CAT adalah sama dan dugaan bahwa kelompok akuifer yang sama pada CAT yang berbeda memiliki karakteristik yang sama, tidak terbukti secara keseluruhan di dalam penelitian ini (perbandingan pada tabel 1).

Hasil pemetaan sifat kimia airtanah di lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 10.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh sifat-sifat batuan dari akuifer terhadap sifat-sifat kimia airtanahnya.

Perlu dilakukan penelitian sejenis pada CAT yang lain, untuk menjawab pertanyaan *apakah sifat kimia airtanah antara sumur dangkal dan sumur dalam pada tiap kelompok akuifer dalam satu CAT yang sama adalah berbeda?*

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada.

Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dimana terlaksananya penelitian ini atas pembiayaan dari DI-PA tahun anggaran 2012.

Warga pemilik sumur di Wilayah Kelurahan Cemorokandang Kota Malang atas diijinkannya penulis untuk melakukan pengambilan sampel penelitian.

Laboratorium Tanah dan Airtanah Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang atas kesempatan yang diberikan pada penulis untuk dapat menguji sampel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar. 2000. *Penyelidikan Potensi Cekungan Airtanah Surakarta Jawa Tengah*. Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Bandung.
- Harmayani, K.D., dan I G. M. Konsukartha. 2007. *Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh (Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung)*. Jurnal Permukiman Natak. Volume 5, Nomor 2, Agustus 2007. ejournal.unud.ac.id. Diunduh 4 Mei 2011.
- Irham, N.M., R.T. Achmad., dan S. Widodo. 2006. *Pemetaan Sebaran Air Tanah Asin Pada Aquifer Dalam di Wilayah Semarang Bawah*. Berkala Fisika. Vol. 9, No. 3, Juli 2006, hal. 137-143. ISSN: 1410-9662. eprints.undip.ac.id. Diunduh 4 Mei 2011.
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 716 K/40/MEM/2003 tentang Batas Horizontal Cekungan Air Tanah di Pulau Jawa dan Pulau Madura.
- Kodoatie, R. J. 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Yogyakarta: Andi.
- Miftakhulsalam. 2002. *Kualitas Airtanah Untuk Air Irigasi di Daerah Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. <http://i-lib.ugm.ac.id>. Diunduh 22 September 2011.
- Rosadi, D. 2008. *Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Lumpur Sidoarjo dan Sekitarnya, Jawa Timur (Setahun Setelah Letusan)*. Buletin Geologi Tata Lingkungan, Volume 18 Nomor 1, April 2008. Pp. 38-50. isjd.pdii.lipi.go.id. Diunduh 4 Mei 2011.
- Sagnak, C. *Groundwater Pollution Originated from Geological Formation (Example of Konya-Cumra-Karapinar Palin with GIS Application)*. www.balwois.com. Diunduh 4 Mei 2011.
- Setiadi, H., M. Burhanul A., A. Sukrisna., E. Murtianto., dan Sjaiful Ruchijat. 2003. *Pejelasan Peta Cekungan Air Tanah P. Jawa dan P. Madura Skala 1:250.000 Sebagai Basis Pengelolaam Sumber Daya Air Tanah*. Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung.
- Siswoyo, H., M. Sholichin, M. Taufiq, M.A. Helmy S, Anggara W.W.S., dan Ratih D.A. 2012. *Karakteristik Kimia Airtanah Pada Berbagai Kelompok Akuifer di Cekungan Air Tanah Pasuruan*. Prosiding Seminar Nasional Kimia 2012. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya, 25 Pebruari 2012.
- Suharyadi. 1984. *Geohidrologi*. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrologi*. New York: John Wiley and Sons.
- wiretes.wordpress.com. 2010. *Interpretasi Geologi Berdasarkan Data Komposisi Kimia Airtanah*. Diunduh 4 Mei 2011.