

KUALITAS AIRTANAH SUB DAS CODE KOTA YOGYAKARTA PASCA ERUPSI MERAPI TAHUN 2010

Yoga Brahmantya
yogabrahmantya@gmail.com

Ig. L. Setyawan Purnama
igiwan@ugm.ac.id

Abstract

Lahar floods caused by the Eruption of Merapi Volcano in 2010, gave big impact and changed the physical section of Code River. This condition made questions appear, whether there have changes to the groundwater quality around Code River and what kind of interaction between river and aquifer in its surrounding. The used method is systematic sampling for groundwater sampling using distance as reference (0-50 m and 50-100 m) and purposive sampling for river water sampling (input and output). The result showed that most of the parameters have a level of Class II in water quality. Fe (iron) showed an increase in concentration after eruption. Code River called the effluent river where the direction of groundwater flow in its surrounding go into the river, so the interaction which happen is the aquifer supplying water to the river because the height of groundwater table higher than river water table.

Keywords: lahar floods, groundwater quality, river and aquifer interaction

Abstract

Banjir Lahar yang terjadi akibat erupsi Gunung Merapi di tahun 2010, telah memberikan dampak terhadap perubahan fisik dari penampang Sungai Code. Kondisi ini menimbulkan pertanyaan, apakah ada perubahan juga terhadap kualitas airtanah yang berada di sepanjang aliran Sungai Code dan seperti apa hubungan interaksi antara sungai dengan akuifer yang berada di sekitar sungai. Metode yang digunakan adalah systematic sampling untuk pengambilan sampel airtanah dengan menggunakan jarak sebagai acuan (0-50 m dan 50-100 m) dan purposive sampling untuk pengambilan sampel air sungai (input dan output). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar parameter memiliki tingkat kualitas air Kelas II. Unsur Fe (besi) menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi pasca terjadi erupsi. Sungai Code disebut sungai efluen dimana arah aliran airtanah di sekitar sungai menuju ke sungai, jadi interaksi yang terjadi adalah akuifer menyuplai air ke sungai karena ketinggian muka airtanah lebih tinggi dari tinggi muka air sungai.

Kata kunci: banjir lahar, kualitas airtanah, interaksi sungai dengan akuifer

PENDAHULUAN

Tahun 2010 adalah tahun dimana terjadinya erupsi Gunung Merapi paling besar diantara puluhan tahun terakhir. Erupsi Merapi menghasilkan material piroklastik yang mengalir ke alur sungai, kemudian bercampur dengan sungai menjadi lahar. Lahar mengalir melalui Sungai Code melewati Kota Yogyakarta. Akibat dari erupsi terjadi perubahan fisik sungai dan perubahan terhadap parameter kualitas air sungai. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai kualitas airtanah

di sekitar Sungai Code, apakah terjadi perubahan atau tidak.

Tujuan dari penelitian kualitas airtanah di Sub DAS Code Kota Yogyakarta setelah erupsi Gunung Merapi adalah: 1) Mengkaji kualitas airtanah di Sub DAS Code Yogyakarta daerah perkotaan pasca erupsi Gunung Merapi tahun 2010. 2) Menentukan interaksi antara Sungai Code dengan akuifer yang berada di sekitarnya dari segi kualitas airnya pasca erupsi Gunung Merapi tahun 2010.

Airtanah dan air permukaan merupakan sumber air yang vital bagi masyarakat dan ekosistem. Kedua sumber ini sering dipisahkan satu sama lain, dan keduanya biasanya dikelola secara terpisah. Namun, airtanah dan air permukaan merupakan dua bagian yang saling berhubungan karena berasal dari sumber yang sama. Sesungguhnya air dapat berpindah dari permukaan ke bawah tanah ataupun sebaliknya menurut ruang dan waktu (Cobourn, 2008).

Menurut Winter (1998), interaksi antara sungai dengan airtanah berlangsung dalam tiga cara: (1) sungai memperoleh aliran masuk dari airtanah (*Gaining Stream*), (2) sungai kehilangan air, karena air berpindah ke airtanah (*Losing Stream*), (3) Sungai mendapat dan kehilangan air dalam saluran yang berbeda. Sungai memperoleh atau kehilangan air tergantung pada tinggi muka air relatif antara tinggi muka airtanah dengan tinggi muka air sungai. Syarat agar airtanah mengisi sungai, yaitu muka airtanah harus lebih tinggi daripada elevasi tinggi muka air sungai. Kebalikannya, agar air sungai mengisi airtanah, maka muka airtanah harus lebih rendah dari elevasi tinggi muka air sungai.

Pada musim-musim tertentu (kemarau) elevasi tinggi muka air sungai menjadi rendah sehingga airtanah cenderung untuk mengisi penampang sungai. Sedangkan pada musim penghujan penampang sungai akan penuh terisi air menyebabkan tekanannya akan mendorong air sungai masuk ke dalam pori-pori kerikil sehingga air sungai akan mengisi airtanah (Weston, 1998).

Ketika airtanah bercampur dengan air permukaan, mereka memberikan karakteristik satu sama lain dan merubah nilai untuk masing-masing parameter. Karena airtanah dan air permukaan pada dasarnya satu sumber, maka sangat berpotensi pada kualitas air permukaan untuk dipengaruhi airtanah dan sebaliknya (Naiman 1995 dan Squillace 1993, dalam Gardner, 2000). Interaksi ini dapat mempengaruhi kualitas hidup untuk ikan atau air minum bagi manusia.

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Keputusan Menteri

Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003). Kualitas air ditentukan oleh banyak faktor yaitu zat yang terlarut, zat yang tersuspensi dan makhluk hidup khususnya zat renik yang ada di dalam air (Soemarwoto, 2009). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Sub DAS Code Kota Yogyakarta. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas: 1) Data lokasi pengambilan sampel, untuk diplotkan pada Peta Lokasi Pengambilan Sampel. 2) Data ke dalaman sumur untuk mendapatkan tinggi muka airtanah sebagai dasar untuk pembuatan Peta Kontur dan Arah Aliran Airtanah. 3) Parameter kualitas air seperti : DHL, pH, kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorida, sulfat, besi, karbonat, nitrat, fosfat, COD, BOD, dan *total coliform*.

Teknik pengambilan sampel untuk air sungai dilakukan secara *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada daerah *input* Sungai Code dan pada *output* Sungai Code. Pengambilan titik sampel yang pertama dilakukan pada daerah *input* Sungai Code menuju daerah perkotaan yang merupakan batas awal dari Kota Yogyakarta dan titik pengambilan sampel air sungai yang terakhir berada di daerah *output* dari Sungai Code yang merupakan batas akhir dari daerah perkotaan (Kota Yogyakarta). Tujuan dari pengambilan sampel air sungai ini sebagai pembandingan konsentrasi unsur kimia antara air sungai dengan airtanah, kemudian dilihat apakah ada pengaruh dari sungai ke airtanah.

Teknik pengambilan sampel airtanah menggunakan teknik *systematic sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada sumur yang terletak pada jarak 0-50 meter dan 50-100 meter arah horizontal dari Sungai Code. Sampel diambil ke arah barat dan ke arah timur Sungai Code sesuai jarak yang telah ditentukan, selain itu diutamakan di ambil pada sumur yang terletak lebih dekat dengan sungai (daerah bantaran sungai). Kemudian dapat dibandingkan bagaimana kualitas airtanah di sebelah barat sungai dengan di sebelah timur Sungai Code. Metode pengambilan sampel

berdasarkan metode sistematik yang membagi Sub DAS Code perkotaan menjadi 4 segmen. Jarak antar segmen adalah 1,7 km panjang Sungai Code. Jarak antar segmen diperoleh dari total panjang Sungai Code yang mengalir melalui Kota Yogyakarta sepanjang 6,8 km, dibagi jumlah segmen yang diinginkan. Karena jumlah segmen ada 4, maka setiap segmen memiliki panjang 1,7 km.

Segmen I mewakili bagian utara Sub DAS Code perkotaan (bagian input), segmen II dan III mewakili bagian tengah kota yang terbagi menjadi utara dan selatan, segmen IV mewakili bagian selatan dari Kota Yogyakarta (bagian output). Selain di bagi menjadi 4 segmen, pengambilan sampel airtanah dilakukan disepanjang sungai dengan disertai buffer pembatas. Buffer yang ditentukan sepanjang 50 meter dari sungai, jadi buffer pertama lokasi pengambilan sampel berkisar antara 0 – 50 meter dari pinggir sungai dan buffer kedua berkisar antara 50 – 100 meter. Tujuan dari pengadaan buffer ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh air sungai terhadap airtanah di sepanjang Sungai Code dan sampai sejauh mana pengaruh tersebut terjadi. Sampel airtanah diserahkan ke laboratorium untuk diuji. Data hasil pengujian di laboratorium, kemudian dikelompokkan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk menjawab tujuan yang pertama yaitu mengkaji kualitas air pada daerah penelitian, teknik pengolahan peta menggunakan *Software ArcGIS 9.3*, sedangkan tabel dan grafik diolah menggunakan *Microsoft Excel*. Grafik yang dihasilkan adalah diagram stiff.

Analisis data yang digunakan adalah: 1) Analisis deskriptif meliputi analisis grafik dan analisis mengenai kualitasnya, apakah kualitas airtanah tersebut sesuai dengan baku mutu air sehingga dapat diketahui kelayakannya. 2) Analisis komparatif digunakan untuk membandingkan parameter satu dengan parameter lain. Analisis ini digunakan untuk membandingkan antara kualitas airtanah di sebelah barat dengan sebelah timur sungai. Bagaimana perbedaannya dan faktor-faktor apa yang menyebabkan hal tersebut terjadi. Selain itu juga dapat diketahui kecenderungan dari arah penyebarannya. 3) Analisis spasial merupakan cara analisis dengan menyajikan data dalam bentuk peta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Airtanah Daerah Penelitian

Penelitian kualitas airtanah di Daerah Aliran Sungai Code dilakukan di kawasan perkotaan, tepatnya di kawasan Kota Yogyakarta. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji kualitas airtanah di daerah perkotaan pasca erupsi merapi yang terjadi bulan November 2010. Sampel airtanah yang di ambil dari sumur gali akan di bandingkan dengan Baku Mutu Air untuk daerah Yogyakarta yang di keluarkan oleh Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008.

Kadar pH dari data masih sesuai standar baku mutu air. Menurut standar baku mutu air, pH minimum yang diperbolehkan adalah 5 dan pH maksimum yang diperbolehkan sebesar 9 (untuk kelas terendah (IV)). Nilai pH terendah sebesar 6,1 terdapat pada sampel AT3 dan AT4, sedangkan untuk nilai pH tertinggi terkandung dalam sampel AT1 sebesar 6,5. Berdasarkan nilai pH semua sampel, dapat disimpulkan bahwa kualitas airtanah yang terdapat di daerah penelitian termasuk kategori Kelas I yang artinya dapat dikonsumsi sebagai air minum.

Kandungan BOD pada sampel airtanah berkisar antara 2 mg/L sampai 8 mg/L. Kandungan BOD pada sampel airtanah di daerah penelitian terlihat beragam, beberapa ada yang tergolong kelas I dan juga ada yang tergolong kelas paling banyak kandungan BOD-nya yaitu kelas IV. Menurut baku mutu air, kadar maksimum BOD yang diperbolehkan untuk air minum (kelas I) adalah 2 mg/L. Dari data dapat dilihat bahwa sampel airtanah yang bisa dikategorikan kelas I (yang layak untuk dikonsumsi) berdasarkan nilai BOD-nya adalah sampel AT1, AT3, AT11, dan AT16, sedangkan yang memiliki kadar BOD paling tinggi sebesar 8 mg/L terdapat pada sampel AT9 (kelas IV).

Kadar maksimum COD yang diperbolehkan untuk air minum (kelas I) adalah 10 mg/L. Dari data dapat dilihat bahwa sampel airtanah sebagian besar bisa digunakan untuk air minum, hanya sampel AT9 dan AT10 yang tidak layak dikonsumsi, tetapi bisa digunakan

untuk mandi, budidaya ikan, atau irigasi sehingga masuk kategori kelas II. Tingginya kandungan COD dalam air dapat menjadi indikator terjadinya pencemaran airtanah, seperti halnya dengan BOD, pencemaran yang terjadi dapat berasal dari masuknya air permukaan yang tercemar ke dalam sumur/melalui infiltrasi ke dalam tanah.

Di daerah penelitian kandungan klorida (Cl) dalam sampel airtanah menunjukkan kisaran nilai antara 5 – 30 mg/L. Kandungan klorida pada setiap sampel relatif rendah, itu artinya tidak terjadi pencemaran dari sisi kandungan klorida, karena kadar kandungan klorida yang diperbolehkan dalam air minum maksimum sebesar 600 mg/L. Jadi kualitas air daerah penelitian dari segi kandungan klorida memiliki kualitas baik sebagai air minum dan dapat dikategorikan mutu air kelas I.

Kadar sulfat (SO_4) dalam airtanah daerah penelitian tidak lebih dari 90 mg/L. Nilai kandungan sulfat tersebut masih berada jauh di bawah ambang batas baku mutu air yang diperbolehkan untuk air kelas I yaitu 400 mg/L, sehingga dapat dikatakan bahwa airtanah daerah penelitian tidak tercemar oleh kadar sulfat yang berlebihan. Apabila kadarnya melebihi 500 mg/L dapat mengakibatkan gangguan pada sistem pencernaan, diare dan dehidrasi. Dari kandungan sulfatnya, seluruh sampel memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai air minum dan air bersih, serta dianggap memiliki kualitas baik.

Kandungan Sulfida (S) yang terdapat pada seluruh sampel airtanah menunjukkan kadar yang melebihi ambang batas untuk air minum yaitu berkisar antara 0,004 - 0,024 mg/L (ambang batas sebesar 0,002 mg/L), dan kandungan paling tinggi terdapat pada sampel AT2. Lokasi-lokasi yang memiliki kandungan sulfida tinggi terletak di pemukiman padat penduduk, sehingga diperkirakan tingginya kandungan sulfida tersebut berasal dari limbah domestik atau kotoran manusia.

Kandungan besi (Fe) pada airtanah daerah penelitian berkisar antara 0,2 – 0,8 mg/L. Kandungan Fe yang paling tinggi terdapat pada sampel AT1, melebihi batas kadar Fe yang diperbolehkan menurut baku mutu air yaitu sebesar 0,3 mg/L. Pada sumur AT1 kedalaman airtanahnya hanya 0,95 meter dalam artian airtanahnya dangkal. Dari apa yang dijelaskan oleh Effendi bahwa “semakin

tinggi kadar Fe semakin dalam sumber airtanahnya”, itu artinya kandungan Fe dalam sampel AT1 tidak berasal dari batuan di dalam tanah, namun berasal dari permukaan. Berdasarkan ketentuan persyaratan baku mutu air, menunjukkan kadar Fe sampel air daerah penelitian yang dapat dikonsumsi untuk air minum adalah sampel nomor AT2, AT3, AT4, AT5, AT8, AT11, AT14, dan AT16, karena memiliki kadar kurang dari atau sama dengan 0,3 mg/L. Di dalam airtanah, Fe dapat menimbulkan bercak warna kuning kecoklatan, rasa, dan mempercepat pengerasan pada dinding pipa.

Kandungan nitrat (NO_3) harus selalu lebih tinggi daripada nitrit (NO_2), karena nitrat merupakan hasil oksidasi dari nitrit. Dari grafik kandungan nitrat paling tinggi mencapai angka 7 mg/L, sedangkan kandungan nitrit yang paling tinggi sebesar 0,04 mg/L. Kandungan maksimal yang diperbolehkan menurut baku mutu air sebesar 10 mg/L untuk nitrat dan 0,06 mg/L untuk nitrit. Disimpulkan bahwa kandungan air dalam sumur penduduk dapat dikonsumsi dari segi kandungan nitrat dan nitrit, oleh karena itu air di daerah penelitian dikategorikan sebagai air kelas I.

Kadar maksimal fosfat (PO_4) dalam air minum menurut Baku Mutu Air adalah sebesar 0,2 mg/L. Berdasarkan grafik kandungan nilai fosfat dalam sampel airtanah, diketahui bahwa kandungan fosfat masih berada jauh di bawah ambang batas baku mutu, paling tinggi kandungannya terdapat pada sampel AT7 sebesar 0,04 mg/L. Hal tersebut menandakan bahwa airtanah pada daerah penelitian tergolong kelas I.

Parameter biologi yang digunakan sebagai parameter penentu kualitas air adalah *Total coliform*. Sampel air yang memiliki kualitas kelas I adalah sampel AT11, AT14, AT15, dan AT16. Kualitas air kelas II mencakup 9 sampel yaitu AT1, AT4, AT5, AT6, AT8, AT9, AT10, AT12 dan AT13. Kualitas air kelas III dan IV adalah sampel AT7. Sampel AT2 dan AT3 memiliki kandungan *total coliform* yang paling tinggi dibandingkan sampel yang lain, sekitar 11.000 JPT/100 mL. Jumlah ini jelas melampaui batas maksimum baku mutu yang dianjurkan yang hanya boleh bernilai maksimal 10.000 JPT/100 mL untuk kelas paling buruk kualitas airnya yaitu kelas IV. Banyaknya bakteri coliform

Hubungan Antara Jarak dengan Kandungan Ion Dominan dalam Airtanah

Analisis akan dilakukan melalui pembacaan Diagram Stiff dari masing-masing sampel. Diagram Stiff merupakan diagram yang menggambarkan komposisi ion mayor dalam sampel air yang dapat membantu untuk mengetahui perbedaan tipe kualitas air dengan menggunakan metode ion dominan. Metode ion dominan didasarkan pada nilai rasio kation dominan dan rasio anion dominan. Yang dimaksud dengan ion dominan adalah ion-ion yang mendominasi sebagian besar ion-ion yang terkandung dalam air. Terbagi dua jenis yaitu kation dan anion. Kation terdiri dari Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , dan K^+ sedangkan anion terdiri dari Cl^- , SO_4^{2-} dan HCO_3^- . Diagram Stiff memiliki dua sumbu, untuk kation diletakkan pada sumbu sebelah kiri dari garis tengah, sedangkan anion diletakkan pada sumbu sebelah kanan dari garis tengah.

Perubahan dari Diagram Stiff dapat menggambarkan sifat kimia air pada suatu kawasan yang diteliti (Sudarmadji, 1991) yaitu: 1) bila bentuk dan ukuran diagram Stiff relatif tetap di seluruh daerah penelitian, ini berarti tidak terjadi perbedaan sifat kimia air tanah dari satu tempat ke tempat lain; 2) bila terjadi perubahan bentuk diagram Stiff dari satu tempat ke tempat lainnya, sedangkan ukuran diagram Stiff relatif tetap tersebut yang dilihat dari luasan daerah yang terdapat di dalam diagram tersebut, berarti terjadi perbedaan tipe kimiawi air tanah; 3) bila bentuk diagram Stiff tetap dan ukurannya berubah membesar atau mengecil, berarti terdapat perbedaan kadar ion dominan dalam air tanah, sedangkan tipe kimiawi air tetap; dan 4) bila keduanya berbeda, bentuk maupun ukuran Diagram Stiff, dari satu tempat ke tempat lainnya, berarti air tanah di daerah penelitian berbeda baik tipe kimiawi maupun kadar ion dominan di dalamnya. Dalam menganalisis diagram stiff dibagi menjadi dua bagian yaitu secara vertikal dan secara horizontal. Secara vertikal dilakukan perbandingan zat kimia antara bagian barat dengan bagian timur Sungai Code. Secara horizontal, lokasi penelitian dibagi menjadi 4 segmen dimana tiap segmen terdapat tipe kimia yang berbeda-beda.

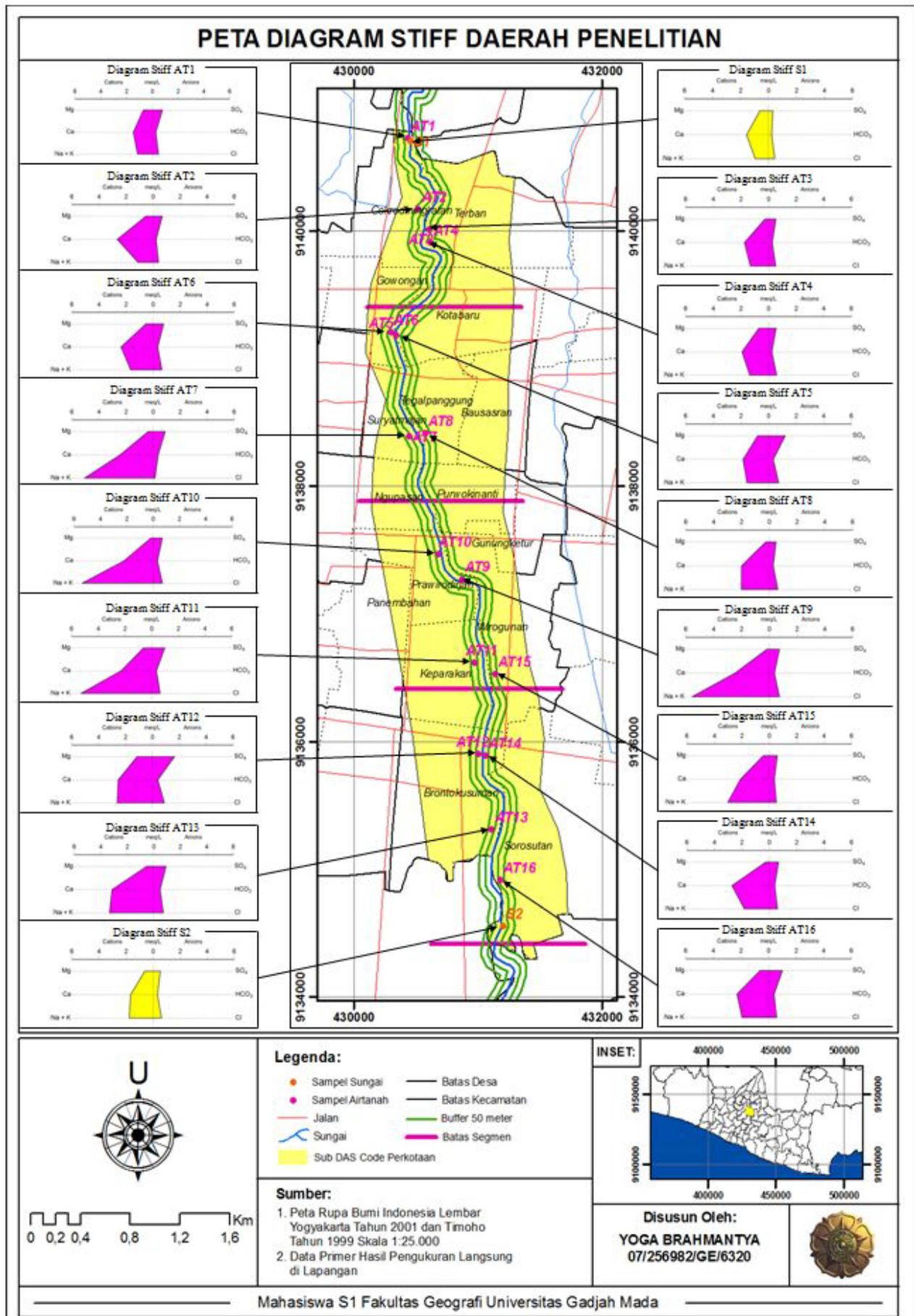
Diagram Stiff memberi gambaran mengenai bentukan khusus tipe kimiawi dan besaran kadar unsur mayor yang terdapat pada airtanah. Semakin tinggi kadar unsur mayor yang ditampilkan oleh diagram stiff, menandakan bahwa semakin tinggi pula tingkat pencemaran yang terjadi. Daerah penelitian dibagi menjadi 4 segmen. Dari diagram stiff dapat dianalisis bahwa masing-masing segmen memiliki tipe air yang berbeda-beda. Tipe air di segmen I terdiri dari tipe $CaSO_4$ (75%) dan $CaCl_2$ (25%). Segmen II terdiri dari $CaSO_4$ (75%), dan Na_2SO_4 (25%). Segmen III hanya terdiri dari Na_2SO_4 . Untuk segmen IV tipe airnya terdiri dari Na_2SO_4 (50%) dan $CaSO_4$ (50%). Secara keseluruhan, terdapat tiga tipe air yang terdeteksi di daerah penelitian yang sebagian besarnya adalah tipe air $CaSO_4$.

Tipe air $CaSO_4$ dan $CaCl_2$ pada dasarnya hampir sama karakteristiknya dimana keduanya tipe air tersebut biasanya disebabkan karena adanya pengaruh dari air laut yang menyusup melalui sungai. Namun, karena jarak lokasi penelitian yang jauh dari muara sungai, maka pengaruh air laut hampir tidak ada. Hal ini bisa disebabkan dari pengaruh aktivitas manusia dimana limbah yang dibuang mempengaruhi ion-ion dalam airtanah. Tipe air yang berikutnya yaitu Na_2SO_4 , biasa disebut dengan *Sodium Sulfate*, biasanya ditemukan dalam bubuk detergen. Daerah yang didominasi oleh tipe air ini adalah pada daerah tengah kota. Terbentuknya tipe air ini diduga disebabkan karena penggunaan detergen yang berlebihan oleh penduduk sekitar.

Daerah di sebelah barat Sungai Code ukuran diagram stiffnya lebih menonjol daripada di daerah timur sungai. Pada daerah tengah kota kadar unsur mayor mencapai kondisi maksimum atau paling tinggi. Perubahan yang mencolok terlihat pada kadar unsur natrium dan kalium yang terjadi perubahan besar, dimana mengalami kenaikan konsentrasi yang cukup tinggi.

Jumlah penduduk yang meningkat pesat dari waktu ke waktu, salah satunya disebabkan karena arus perpindahan penduduk yang menuju Kota Yogyakarta, berimbas pada tingginya limbah domestik hasil dari aktivitas manusia yang kemudian berdampak pada kondisi airtanah. Maka dapat diartikan bahwa daerah yang memiliki kadar unsur mayor yang

tinggi merupakan daerah dengan tingkat aktivitas penduduknya yang tinggi pula.



Gambar 1. Peta Diagram Stiff Daerah Penelitian

Tipe Sungai dan Interaksi antara Sungai Code dengan Akuifer yang Berada di Sekitarnya (Pengaruhnya Terhadap Airtanah)

Penentuan tipe sungai dari interaksi dengan airtanahnya dapat ditentukan dengan melihat pada aliran airtanahnya. Terdapat dua macam tipe sungai yaitu sungai efluen dan sungai influen. Sungai efluen artinya sungai yang mendapatkan sumber airnya dari akuifer sekitar, jadi sungai mendapatkan tambahan air dari airtanah. Sebaliknya untuk sungai influen menandakan bahwa sungai tersebut malah kehilangan air, karena air berpindah/masuk ke dalam sistem akuifer di sekitarnya.

Untuk menentukan tipe sungai dari Sungai Code diperlukan gambaran mengenai aliran airtanah sekitar. Arah aliran airtanah itu sendiri dapat diketahui dari perbedaan tinggi muka airtanah. Tinggi muka airtanah dipengaruhi oleh kedalaman airtanah/sumur yang kemudian dibandingkan dengan elevasinya yang di ukur dari permukaan air laut. Dari hasil pengukuran, diketahui bahwa kedalaman airtanah pada daerah penelitian tergolong rendah. Terutama pada jarak < 50 meter dari sungai, kedalaman rata-ratanya kurang dari 3 meter. Nilai elevasi digunakan dalam mencari tinggi muka airtanah setelah diketahui kedalaman airtanahnya. Nilai elevasi didapat dari Peta Rupa Bumi Indonesia. Tinggi muka airtanah pada masing-masing titik dihubungkan satu sama lain sehingga membentuk kontur airtanah. Dari kontur tersebut dapat diketahui arah aliran airtanahnya.

Di daerah penelitian arah gerak airtanah mengalir menuju ke arah sungai. Dari arah aliran airtanah tersebut sudah dapat dipastikan bahwa tipe Sungai Code adalah sungai efluen. Sungai efluen mendapatkan sumber airnya dari airtanah, oleh karena itu selama musim kemarau sungai yang termasuk dalam tipe sungai efluen tidak akan pernah kering atau habis airnya. Begitupula halnya dengan Sungai Code yang airnya mengalir terus sepanjang tahun. Selain dilihat dari arah alirannya, Peta Aliran Airtanah juga memperlihatkan adanya perbedaan kerapatan kontur sepanjang sungai.

Mulai dari utara menuju ke selatan, kerapatan kontur airtanahnya semakin lama semakin renggang. Segmen I mewakili Kota Yogyakarta bagian pinggiran utara. Kerapatan kontur di segmen tersebut paling rapat dibandingkan segmen lainnya. Jika dilihat dari kondisi geomorfologinya, pada daerah tersebut merupakan daerah teras sungai dengan kemiringan lereng yang tinggi. Semakin ke arah kota bagian selatan kerapatan konturnya semakin rendah. Hal tersebut juga diikuti dengan penurunan kemiringan lereng pada teras sungai. Hingga pada akhirnya di daerah pinggiran Kota Yogyakarta bagian selatan, kerapatan kontur airtanah mencapai kerapatan minimum. Pada kondisi di lapangan, teras sungai sudah tidak begitu terlihat dengan jelas.

Sungai Code merupakan sungai efluen sehingga tidak ada pengaruhnya terhadap kualitas airtanah. Jadi, dalam hal interaksi antara Sungai Code dengan akuifer di sekitarnya, interaksi yang terjadi adalah akuifer menyuplai air ke sungai karena ketinggian muka airtanah lebih tinggi dari tinggi muka air sungai.

Perubahan Kualitas Airtanah Pasca Erupsi Merapi Dilihat dari Kandungan Besi (Fe) dan Kualitas Air Sungai Code

Perubahan kualitas airtanah pasca erupsi Gunung Merapi dapat dilihat dari konsentrasi unsur besi (Fe) dalam air. Untuk membandingkannya digunakan data konsentrasi besi sebelum terjadinya erupsi. Untuk itu digunakanlah data dari penelitian Sudarmadji (1991) dalam desertasinya yang berjudul "Agihan Geografi Sifat Kimiawi Airtanah Bebas di Kotamadya Yogyakarta".

Tabel 1 memperlihatkan gambaran perbandingan konsentrasi unsur Fe sebelum dan sesudah erupsi. Titik-titik sampel yang diambil datanya dari penelitian Sudarmadji (1991) tidak memiliki koordinat UTM sehingga sangat sulit dalam menentukan lokasi pasti dari titik-titik tersebut. Ditambah lagi, sampel yang diambil memang tidak terletak sama persis dengan titik sumur yang diambil pada saat sesudah erupsi, tetapi titik-titik tersebut diambil yang paling dekat dengan titik sampel sesudah erupsi.

Konsentrasi unsur Fe jika dibandingkan antara sebelum dan sesudah erupsi Merapi,

terlihat bahwa konsentrasinya meningkat untuk keseluruhan sampel yang dibandingkan. Persentase meningkatnya konsentrasi unsur Fe mencapai berkali-kali lipat. Contohnya pada sampel AT2, sebelum erupsi Merapi konsentrasinya sebesar 0,05 mg/l, setelah erupsi mencapai 0,3 mg/l. Terlihat bahwa peningkatannya mencapai 6 kali lipat (600%). Untuk sampel-sampel yang lain bisa dilihat pada tabel 1. Hal tersebut terjadi mengingat perbedaan pengambilan sampel yang mencapai 25 tahun, tentunya banyak sekali faktor yang bisa mempengaruhi terjadinya perubahan tersebut. Salah satunya bisa bersumber dari limbah domestik. Mengingat 25 tahun yang lalu kondisi daerah penelitian tidak sepadat seperti sekarang. Dalam kurun waktu 25 tahun banyak pendatang dari luar daerah yang masuk dan bertempat tinggal di kota. Oleh karena itu, jumlah penduduk juga akan semakin meningkat diiringi dengan kepadatan penduduk. Daerah bantaran Sungai Code yang dulunya mungkin masih asri dan banyak pepohonan, sekarang sudah penuh dengan permukiman. Hal tersebut tentunya berdampak pada peningkatan limbah domestik yang setelah terakumulasi selama 25 tahun memberi peningkatan pada unsur Fe dalam airtanah.

Jika dihubungkan dengan sungai, dapat dikatakan bahwa tidak ada pengaruh terhadap besarnya konsentrasi Fe di sungai yang mempengaruhi airtanah. Hal ini sesuai dengan tipe Sungai Code yaitu sungai efluen. Tabel 2 memperlihatkan perbandingan antara konsentrasi Fe pada sungai dengan airtanah. Sampel air sungai diambil di dua titik, satu titik *input* air sungai saat masuk ke Kota Yogyakarta dan satu lagi titik *output* saat air sungai keluar dari kota.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa sampel air sungai memiliki kadar konsentrasi Fe yang lebih tinggi dibandingkan dengan airtanah. Itu artinya pengaruh Fe dari sungai yang mempengaruhi airtanah dapat dikatakan tidak ada. Apabila ada pengaruh air sungai ke airtanah maka seharusnya konsentrasi Fe dalam airtanah lebih tinggi. Sehubungan dengan kualitas air sungainya, kualitas air Sungai Code dikategorikan memiliki kualitas buruk salah satunya karena faktor konsentrasi *total coliform* yang terlampaui tinggi baik di daerah *input* maupun *output* (Tabel 3).

KESIMPULAN

1. Kualitas Airtanah di Sub DAS Code Perkotaan tergolong Kelas II. Fe (besi) sebagai unsur pembanding kualitas airtanah antara sebelum dan sesudah erupsi Gunung Merapi menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi pasca terjadi erupsi.
2. Sungai Code disebut sungai efluen karena Arah aliran airtanah menuju ke sungai. Jadi interaksi antara Sungai Code dengan akuifer di sekitarnya yaitu, akuifer menyuplai air ke sungai karena ketinggian muka airtanah lebih tinggi dari tinggi muka air sungai. Perbandingan kadar unsur Fe antara air sungai dengan airtanah disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh air sungai terhadap perubahan kualitas airtanah yang berada di akuifer sekitar Sungai Code.

DAFTAR PUSTAKA

- Cobourn, J., Saito, L., Brock, J., Ramon, N., Susfalk, R., & Chandra, S. 2008. Groundwater-Surface Water Interactions Along the Truckee and Carson Rivers. Journal Special Publication, 8(23), hal. 2-5.
- Gardner, K. M. 2000. The Importance of Surface Water/Groundwater Interactions (Publication Number: EPA 910-R-99-013). United States: Environmental Protection Agency.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta.
- Soemarwoto, O. 2009. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudarmadji. 1991. *Agihan Geografi Sifat Kimiawi Airtanah Bebas di Kotamadya Yogyakarta*. Desertasi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Weston, R. F. 1998. Final Report: Groundwater/ Surface Water Interactions, Conceptual Models and Assessment Endpoints. USEPA Work Assignment No. 3-353.

Winter, T. C., Harvey, J. W., Franke, O. L., & Alley, W. M. 1998. Ground Water and Surface Water: A Single Resource. Colorado: U.S. Geological Survey.

Tabel 1. Konsentrasi Unsur Besi (Fe) Sebelum dan Sesudah Erupsi Gunungapi Merapi

Sebelum Erupsi (Sudarmadji, 1991)		Sesudah Erupsi		Persentase Perubahan (%)
No Sampel	Konsentrasi Fe (mg/l)	No Sampel	Konsentrasi Fe (mg/l)	
6/EN/85	0,17	AT1	0,8	470,5882
2/SI/85	0,05	AT2	0,3	600
9/SI/85	0,05	AT6	0,4	800
7/PTGS/85	0,05	AT7	0,5	1000
14/VII/85	0,05	AT10	0,4	800
16/VII/85	0,02	AT11	0,3	1500
1/II/85	0,02	AT12	0,7	3500
3/II/85	0,08	AT13	0,4	500
3/EN/85	0,09	AT3	0,3	333,3333
5/EN/85	0,14	AT4	0,3	214,2857
2/TF/85	0,1	AT5	0,3	300
6/PTGS/85	0,05	AT8	0,3	600
13/VII/85	0,03	AT9	0,5	1666,667
5/VII/85	0,05	AT15	0,5	1000
17/VII/85	0,15	AT14	0,2	133,3333
3/III/85	0,02	AT16	0,3	1500

Tabel 2. Perbandingan Konsentrasi Fe Air Sungai dengan Airtanah

Air sungai		Airtanah	
Sampel	Konsentrasi Fe (mg/l)	Sampel	Konsentrasi Fe (mg/l)
S1	1	AT1	0,8
S2	0,5	AT16	0,3

Tabel 3. Perbandingan Konsentrasi Parameter Kualitas Air Sungai antara *Input* dan *Output*

Parameter	Konsentrasi Parameter Kualitas Air Sungai	
	S1 (mg/l)	S2 (mg/l)
BOD	4	8
COD	10	15
Fe	1	0,5
NO3	3	4
NO2	0,03	0,04
PO4	0,001	0,01
H2S	0,008	0,026
Sulfur	0,0043	0,0138
Total Coliform	> 2400000 JPT/100ml	24000 JPT/100ml