

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Seluruh aspek kehidupan membutuhkan air bersih. Kebutuhan akan air bersih mengalami peningkatan seiring dengan penambahan jumlah penduduk yang memanfaatkannya untuk kebutuhan rumah tangga, industri, dan sebagainya. Salah satu sumber air bersih adalah air tanah.

Air tanah masih menjadi andalan utama untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat perkotaan maupun pedesaan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sederhana yang bersifat tidak komersial maupun untuk komersial misalnya industri perhotelan, perkantoran umum atau perdagangan, pemukiman mewah atau apartemen, pertanian, peternakan, perikanan dan lain sebagainya (Sutedjo, 2008).

Banyaknya masyarakat yang masih menggunakan air tanah sebagai sumber air bersih membuat kualitas air tanah perlu menjadi perhatian. Pertambahan jumlah penduduk dan perubahan tata guna lahan membuat aktivitas manusia semakin beragam yang berujung pada meningkatnya potensi pencemaran air tanah. Untuk mengetahui bagaimana kualitas air tanah di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta maka perlu dilakukan pemetaan. Hasil dari pemetaan ini dapat digunakan sebagai upaya dalam menentukan langkah untuk memperbaiki maupun mempertahankan kondisi kualitas air di lokasi tersebut.

Air merupakan pelarut yang sangat baik bagi banyak bahan, sehingga air merupakan media transport utama bagi zat-zat makanan dan produk buangan / sampah yang dihasilkan proses kehidupan. Oleh karena itu, air yang ada di bumi tidak pernah terdapat dalam keadaan murni, tetapi selalu ada senyawa atau mineral / unsur lain yang terdapat di dalamnya (Rompas, 1998).

Mutu air tanah telah menjadi fokus penelitian karena zat-zat berbahaya seperti logam berat terdapat dalam air tanah dapat memasuki rantai makanan dan akhirnya merugikan organisme akuatik dan manusia. Sekitar 13-30% dari total volume air tawar adalah air tanah, yang merupakan sumber air minum untuk lebih dari 50% dari populasi dunia. Dengan demikian peningkatan logam berat di air tanah akan menimbulkan potensi ancaman terhadap kesehatan manusia dan kelangsungan hidup (Chen et al., 2016).

Sebagian wilayah di DIY memiliki kualitas air tanah yang tidak layak untuk konsumsi sehingga masyarakat harus menggunakan air PDAM. Salah satu penyebabnya adalah tingginya kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air yang menyebabkan air berwarna kekuningan dan berbau. Air dengan kadar Fe dan Mn yang tinggi banyak dijumpai pada air tanah. Air dengan kandungan Fe dan Mn yang melampaui baku mutu dapat membawa dampak negatif bagi masyarakat yang memanfaatkannya seperti gangguan kesehatan, merusak pakaian dan perabotan rumah tangga yang terbuat dari logam (Hastutiningrum et al., 2015).

Besi dan mangan merupakan logam yang sering ditemui keberadaannya secara alamiah di bebatuan, tanah, dan air. Namun tidak jarang kedua logam ini berasal dari aktivitas manusia, antara lain limbah baterai, kaleng susu, korek api, pelapis, dan lainnya. Selain berpengaruh terhadap kesehatan manusia, besi dan mangan yang terlalu tinggi di dalam air baku dapat berakibat buruk terhadap sistem perpipaan, yaitu menyebabkan korosi dalam pipa dan pada akhirnya berdampak terhadap biaya yang harus dikeluarkan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Sub DAS Code yang mengalir membelah wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan wilayah yang padat penghuni, sehingga permasalahan kualitas air sangat penting guna mendukung peri kehidupan masyarakat. Sungai Code mengalir relatif dari arah utara – selatan tenggara, berhulu di Kabupaten Sleman, melewati Kota Yogyakarta dan berhilir di Sungai Opak di Kabupaten Bantul. Terlepas dari jenis relasi air sungai – air tanah di daerah ini, agaknya Sungai Code ini juga cukup berpengaruh terhadap hajat hidup orang banyak, khususnya yang

mengandalkan air permukaan dari aliran sungai tersebut. Air, sebagai sumber hidup yang vital, perlu dipertahankan dalam kuantitas dan kualitasnya agar masyarakat di wilayah Sub DAS Code dapat hidup layak dan terpenuhi kebutuhan hidupnya dalam hal pasokan air (Listyani dan Isjudarto, 2013).

Penduduk di wilayah Sub DAS Code sebagian besar masih menggunakan air tanah untuk kebutuhan sehari – hari. Kebutuhan air bersih untuk masak, minum, mandi, dan cuci dipenuhi dari air tanah yang berasal dari sumur – sumur gali dengan kedalaman muka air tanah (tinggi muka air sumur dari permukaan tanah) yang bervariasi.

Oleh karena itu, akan dilakukan kajian kembali untuk mengetahui kualitas air tanah di Daerah Istimewa Yogyakarta berdasarkan parameter Fe dan Mn. Pemetaan juga akan dilakukan terhadap kualitas air tanah dan pengaruh dari lapisan tanah dan batuan yang ada di bawahnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang, dapat ditarik rumusan masalahnya yaitu :

1. Kondisi kualitas air tanah di wilayah Sub DAS Code berdasarkan parameter Fe dan Mn.
2. Lokasi dengan kadar Fe dan Mn yang melebihi baku mutu di wilayah Sub DAS Code.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji kualitas air tanah berdasarkan parameter Fe dan Mn di wilayah Sub DAS Code.
2. Melakukan pemetaan terhadap kualitas air tanah berdasarkan parameter Fe dan Mn di wilayah Sub DAS Code.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air tanah yang tersebar di wilayah Sub DAS Code agar dapat dilakukan pengelolaan yang tepat apabila kualitasnya melebihi baku mutu.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, maka batasan masalah dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Tempat yang akan menjadi lokasi penelitian dilakukan di wilayah Sub DAS Code.
2. Lokasi pengujian kualitas air tanah yaitu Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian secara administratif berada di sepanjang Sub DAS Code yang meliputi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Secara astronomis terletak di 110° 20'00" BT - 110°26'00" BT dan 7°42'00" LS - 7°54'00" LS. Menurut Bemmelen (1949), secara fisiografis Sub DAS Code termasuk dalam fisiografi Zona Solo yang berada di dataran Yogyakarta. Aliran Sungai Code berarah utara-selatan yang hulunya berada di lereng selatan Gunung Merapi dan mengalir membelah kota Yogyakarta dengan muaranya berada di Kali Opak di Desa Kembangsongo (Listyani et al., 2012).

Penyebaran curah hujan selalu berubah karena keadaan topografi terutama G. Merapi di bagian atas curah hujan cukup tinggi bila dibandingkan dengan daerah dataran rendah. Temperatur rata-rata tahunan adalah fungsi dari ketinggian, rata-rata 0,62 °C setiap penambahan 100 m. Daerah penelitian temperatur rata-rata harian berkisar antara 22 °C - 32 °C. Kelembaban relatif rata-rata tahunan antara 50% - 85%, cenderung akan bertambah sesuai dengan ketinggian. Kelembaban rata-rata-rata tahunan pada daerah penelitian adalah 82% (Binnie dan Partner, 1984, dalam Warsono, 1990).

2.2 Air

Air diperlukan bagi kehidupan organisme. Peranan air bagi kehidupan semakin meningkat dengan majunya kebudayaan manusia. Kalau air tersebut digunakan oleh organisme untuk keperluannya, misalnya ikan maka kualitas airnya harus sesuai dengan air yang dibutuhkan oleh ikan itu (Wardoyo, 1981).

Air dibedakan menjadi dua yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan adalah air yang berada di permukaan tanah dan dapat dengan mudah dilihat oleh mata kita. Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 kelas yaitu :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (PP No.82 Tahun 2001).

2.3 Air Tanah

Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah ditemukan pada akifer. Pergerakan air tanah sangat lambat kecepatan arus berkisar antara $10^{-10} - 10^{-3}$ m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah, dan pengisian kembali air. Karakteristik utama yang membedakan air tanah dengan air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal. Karena pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran.

Air tanah dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Air Tanah Dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan demikian pula dengan sebagian bakteri sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah.

Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga terus berlangsung, terutama pada mata air yang dekat muka tanah. Setelah menemui lapisan rapat air, maka air akan terkumpul yang merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Air tanah dangkal ini didapat pada kedalaman 15 m. sebagai sumber air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik, kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam biasanya memiliki karbon dioksida dengan jumlah yang relatif banyak, dicirikan dengan rendahnya pH, dan biasanya disertai dengan kadar oksigen terlarut yang rendah dan bahkan terbentuk suasana anaerob. Pada kondisi ini, jumlah feri karbonat yang larut tinggi sehingga terjadi peningkatan kadar besi ferro (Fe^{2+}) di perairan. Dengan kata lain, besi (Fe^{2+}) hanya ditemukan pada perairan yang bersifat anaerob, akibat proses dekomposisi bahan organik yang berlebihan. Jadi, perairan dengan kadar besi yang tinggi berkorelasi dengan kadar bahan organik yang tinggi, atau kadar besi yang tinggi terdapat pada air yang berasal dari air tanah dalam yang bernuansa anaerob atau dari lapisan yang sudah tidak mengandung oksigen.

Pengambilan air tanah dalam, tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalamnya sehingga pada suatu kedalaman tertentu akan didapatkan suatu lapisan air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini sumur

disebut sumur artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu mengeluarkan air tanah dalam ini.

Air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapisan tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Jika melalui batuan granit, maka air itu akan lunak dan agresif karena mengandung gas CO_2 dan $\text{Mn}(\text{HCO}_3)$ (Departemen PU Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih).

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air Tanah

Air tanah pada umumnya tergolong bersih secara bakteriologis, namun kadar kimia yang terkandung dalam air tanah relatif sangat tinggi tergantung pada formasi litosfer yang dilaluinya. Salah satu bentuk senyawa kimia terlarut yang dapat mengganggu bahkan membahayakan kesehatan manusia adalah besi (Fe) dan mangan (Mn). Pada air tanah kadar Fe lebih tinggi daripada di dalam air permukaan. Pada konsentrasi tertentu tubuh memerlukan zat besi (Fe), namun apabila konsentrasi tinggi maka dapat merusak dinding usus, gangguan fungsi paru-paru, dan bahkan kematian (Slamet, 1994).

Besi merupakan komponen utama dalam perut bumi, sangat mudah larut dalam air dan umumnya terdapat dalam air tanah. Oleh karena itu sering dijumpai kualitas air yang mengandung logam besi yang tinggi. Hal ini dimungkinkan karena keadaan geologi Indonesia yang banyak terdapat gunung berapi, sehingga dijumpai tanah jenis laktosol yang dapat menyebabkan air tanah yang mengandung besi (Fe) dan mangan (Mn) yang cukup tinggi.

Sebelum mengevaluasi kualitas air tanah berdasarkan nilai parameter unsur kimia dari hasil uji laboratorium terlebih dahulu akan diuraikan secara singkat faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan unsur kimia yang ada di dalam air tanah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ada 2 (dua), yaitu faktor alami dan non alami :

- Faktor alami, artinya bahwa unsur-unsur kimia yang ada dalam air tanah terjadi karena adanya interaksi antara air tanah yang bersifat pelarut unsur kimia yang ada di dalam batuan penyimpan air tanah (akuifer). Besarnya kandungan unsur kimia sangat tergantung dengan lamanya interaksi dan bentuk dan ukuran besarnya butir akuifer. Faktor alami yang lain adalah keadaan lingkungan terbentuknya akuifer, misalnya pada daerah lingkungan pantai cenderung akan menghasilkan ion klorida yang lebih besar dibandingkan di daerah yang jauh dari pantai. Faktor lain yang mempengaruhi unsur kimia dalam air tanah adalah masuknya unsur-unsur kimia sejak awal ketika berupa air hujan. Air hujan banyak menangkap terutama unsur oksigen, karbon, hidrogen, nitrogen, klorida, dan sulfat. Selain itu, jenis tanah berbeda mempunyai daya kandung air dan daya melewatkan air yang berbeda pula. Daya kandung atau kemampuan tanah untuk menyimpan air disebut porositas, yaitu rasio antara pori-pori tanah dengan volume total tanah dan biasanya dinyatakan dalam satuan persen, sedangkan kemampuan tanah untuk melewatkan air disebut permeabilitas, yaitu jumlah air yang dapat dilewatkan oleh tanah dalam satuan waktu per satuan luas penampang. Porositas dan permeabilitas tanah akan berpengaruh pada penyebaran bakteri coliform, mengingat air merupakan alat transportasi bakteri dalam tanah. Makin besar permeabilitas tanah, makin besar kemampuan melewatkan air yang berarti jumlah bakteri yang dapat bergerak mengikuti aliran juga makin besar.
- Faktor non alami, artinya bahwa masuknya unsur kimia tertentu ke dalam air tanah disebabkan karena ada kaitannya dengan kegiatan manusia, misalnya pada daerah-daerah pertanian yang sering menggunakan pupuk atau pestisida dengan kadar tinggi kemungkinan dapat mencemari air tanahnya. Disamping kegiatan untuk pertanian, kegiatan industri dan rumah tangga dapat memperburuk kualitas air tanah. Limbah industri umumnya menghasilkan logam-logam berat yang

sangat berbahaya bagi manusia walaupun dalam jumlah yang sedikit (Sudadi, 2003).

2.4.1 Total Dissolved Solid (TDS)

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air, sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya ganggang di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak kelihatan oleh mata telanjang (Situmorang, 2007).

Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter 10^{-6} - 10^{-3} mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μ m (Rao, 1992).

Total zat padat terlarut biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila total zat padat terlarut bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek padatan terlarut ataupun padatan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut (Slamet, 1994).

2.4.2 Derajat Keasaman (pH)

pH menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas dari suatu cairan encer, dan mewakili konsentrasi hidrogen ionnya. Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan. pH merupakan suatu nilai yang secara universal digunakan

untuk mengekspresikan intensitas dari asam atau kondisi alkalin dalam suatu larutan

sehingga pH di perairan menggambarkan mengenai aktivitas konsentrasi ion hidrogen di dalam perairan tersebut. Pada instalasi pengolahan air bersih, pH air merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam proses koagulasi kimiawi,

disinfeksi, penghilangan kesadahan, dan pengontrolan korosi. Untuk itulah nilai pH dalam suatu perairan harus diperhatikan agar konsentrasinya tidak berdampak negatif terhadap pemanfaatan air tersebut.

2.4.3 Suhu

Aktivitas biologis dalam perairan sebagian besar dipengaruhi oleh suhu, termasuk juga konstituen kualitas air (seperti oksigen terlarut, *suspended solid*, pH, nutrisi ataupun logam). Mengukur suhu air merupakan cara yang paling mudah dan termasuk murah untuk memeriksa kondisi suatu perairan (Deas & Lowney, 2000 dalam Ayu, 2012). Suhu dalam suatu perairan mempengaruhi proses kelarutan akan logam-logam berat yang masuk ke perairan. Dalam hal ini semakin tinggi suatu suhu perairan akan meningkatkan laju reaksi di dalam perairan tersebut dan pada akhirnya meningkatkan kelarutan logam berat di dalamnya.

Temperatur air akan mempengaruhi penerimaan masyarakat akan air tersebut dan dapat pula mempengaruhi reaksi kimia dalam pengolahannya terutama apabila temperatur sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan adalah ± 3 °C suhu udara disekitarnya yang dapat memberikan rasa segar, tetapi iklim setempat atau jenis dari sumber-sumber air akan mempengaruhi temperatur air. Disamping itu, temperatur pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyaknya bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme, dan virus. Temperatur atau suhu air diukur dengan menggunakan termometer air.

2.4.4 Besi (Fe)

Besi atau Ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat, dan dapat dibentuk. Besi dilambangkan dengan Fe, sebagai salah satu unsur logam berat dan termasuk dalam golongan VIII. Besi merupakan salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemukan pada haraper atau hematit pada semua lapisan geologis dan semua badan air.

Dalam air tanah, besi umumnya terdapat dalam bentuk fero (Fe^{2+}) dari fero bikarbonat $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ dan ketika air tanah diambil dari lapisan pembawa air (akuifer) secara cepat atau lambat ion fero bereaksi dengan oksigen bebas dari udara membentuk feri (Fe^{3+}) dari feri hidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Pada air tanah kandungan besi umumnya lebih besar dibandingkan dengan air permukaan yang mengalir (sungai), hal ini disebabkan karena lingkungannya yang tertutup air tanah mempunyai kandungan oksigen lebih kecil. Akan tetapi baik air tanah maupun air permukaan dapat mempunyai unsur besi yang kandungan unsur besi dalam bentuk feri dalam jumlah yang besar jika airnya bersifat asam dengan pH lebih kecil dari 4.

Air tanah biasanya memiliki kandungan besi relatif tinggi, jika air tanah mengalami kontak dengan udara dan mengalami oksidasi, ion ferri pada feri hidroksida yang banyak terdapat dalam air tanah akan teroksidasi menjadi ion ferro dan akan mengalami presipitasi (pengendapan) serta membentuk warna kemerahan pada air. Maka, sebelum digunakan untuk berbagai peruntukkan, sebaiknya air tanah yang baru disedot dibiarkan terlebih dahulu selama beberapa saat untuk mengendapkan besi. Perlakuan ini bertujuan untuk menurunkan kadar karbondioksida dan menaikkan kadar oksigen terlarut (Effendi, 2003).

Dalam baku mutu air minum, kandungan besi maksimum yang diperkenankan sebesar 0,3 mg/L. Kandungan besi di air lebih dari 0,3 mg/L menyebabkan merubah rasa dan menyebabkan bau dalam makanan maupun minuman serta menyebabkan warna kemerahan pada benda yang terkena.

Dalam kehidupan sehari-hari air yang mempunyai kandungan unsur besi melebihi baku mutunya mudah diketahui, dengan kenampakan antara lain :

- Air yang diambil dari sumber air akan cepat membentuk semacam lapisan seperti film atau kaca pada permukaan air yang langsung berhubungan dengan udara.
- Pakaian berwarna putih akan cepat menjadi kuning kemerahan apabila sering dicuci dengan menggunakan air ini.
- Dalam waktu beberapa hari air dari jernih akan berubah berwarna keruh kekuningan dan berbau.
- Dapat mengubah rasa minuman maupun makanan. (Sudadi, 2003).

Kelebihan besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan, dimana terjadi muntah, diare, dan kerusakan usus. Hemokromatosis merupakan penyakit kelebihan zat besi yang diturunkan, yang bisa berakibat fatal tetapi mudah diobati, dimana terlalu banyak zat besi yang diserap, menyerang lebih dari 1 juta orang di AS.

Besi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan karena rusaknya dinding usus ini. Debu besi (Fe) juga dapat diakumulasi di dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Soemitrat, 1996).

2.4.5 Mangan (Mn)

Mangan adalah logam berwarna abu-abu putih. Mangan adalah unsur reaktif yang mudah menggabungkan dengan ion dalam air dan udara. Di bumi, mangan ditemukan dalam sejumlah mineral kimia yang berbeda dengan sifat fisiknya, tetapi tidak pernah ditemukan sebagai logam bebas di alam. Mineral yang paling penting adalah *pyrolusite*, karena merupakan mineral bijih utama untuk mangan. Kehadiran mangan dalam air tanah bersamaan dengan besi yang berasal dari tanah dan bebatuan. Mangan dalam air

berbentuk mangan bikarbonat ($\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$), mangan klorida (MnCl_2) dan mangan sulfat (MnSO_4)₃ (Setiyono, 2014).

Mangan merupakan material yang terdapat dimana-mana di lingkungan ini, diperkirakan sekitar 0,1 % dari kerak bumi. Mangan tidak terdapat secara alamiah sebagai suatu logam berat tetapi sebagai sebuah komponen yang mengandung lebih dari 100 mineral termasuk sulfida, oksida, karbonat, silikat, fosfat, dan borates. Bentuk mangan yang sering terdapat di alam adalah mangan dioksida MnO_2 . Mangan karbonat MnCO_3 , mangan silikat, atau mangan *tetroxide* Mn_3O_4 (WHO, 2004).

Mangan (Mn) merupakan suatu elemen alami yang biasa terdapat di dalam bebatuan, tanah, dan air. Batuan berkerak merupakan sumber utama dari mangan di atmosfer ini selain itu sumber lainnya adalah aktivitas gunung merapi, vegetasi, dan juga kebakaran hutan. Untuk sumber mangan di tanah sebagian besar berasal dari batuan berkerak dan sumber lainnya hasil limpasan pencucian pabrik dan permukaan lainnya, rembesan jaringan perpipaan pabrik, dan juga sisa material seperti dedaunan, tanaman mati dan hewan-hewan (WHO, 2004).

Kehadiran mangan (Mn) dalam air jika berlebihan akan menimbulkan berbagai masalah, antara lain :

- Mudah terjadi endapan pada bak mandi, tangki air, pipa, dll.
- Air mudah menjadi keruh.
- Menyebabkan noda hitam pada pakaian berwarna putih.
- Kandungan mangan dalam jumlah besar dalam air menyebabkan perubahan warna dan bau dalam makanan.

Besi dan mangan adalah polutan umum anorganik yang terdapat dalam air tanah serta memberikan rasa logam pada air. Kehadiran mangan dalam air minum menyebabkan pipa menyumbat karena oksidasi Mn^{2+} menjadi MnO_2 , mengakibatkan warna hitam di dalam air. Selain itu, Mn^{2+} dapat bereaksi dengan NH_4^+ membentuk endapan kuning pucat (Du et al., 2017).

Batas baku mutu unsur mangan atau besi umumnya didasarkan untuk keperluan industri, terutama industri makanan dan air minum. Sama halnya dengan unsur besi, mangan akan cepat terbentuk dalam suasana asam atau dalam lingkungan air tertutup seperti rawa dan danau. Dalam air tanah kandungan lebih besar dari 1 mg/L dapat terjadi jika tercemar oleh bahan asam tambang atau air formasi dari minyak.

Selain masalah kesehatan alasan lainnya adalah masalah warna, rasa serta timbulnya kerak yang menempel pada sistem perpipaan atau alasan estetika lainnya. Penetapan standar (baku mutu) tersebut ditetapkan berdasarkan kenyataan bahwa besi dan mangan di dalam air dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak sedap. Di dalam tubuh manusia, mangan dalam jumlah yang kecil tidak menimbulkan gangguan kesehatan, tetapi dalam jumlah yang besar dapat tertimbun di dalam hati dan ginjal (Hapsari, 2015).

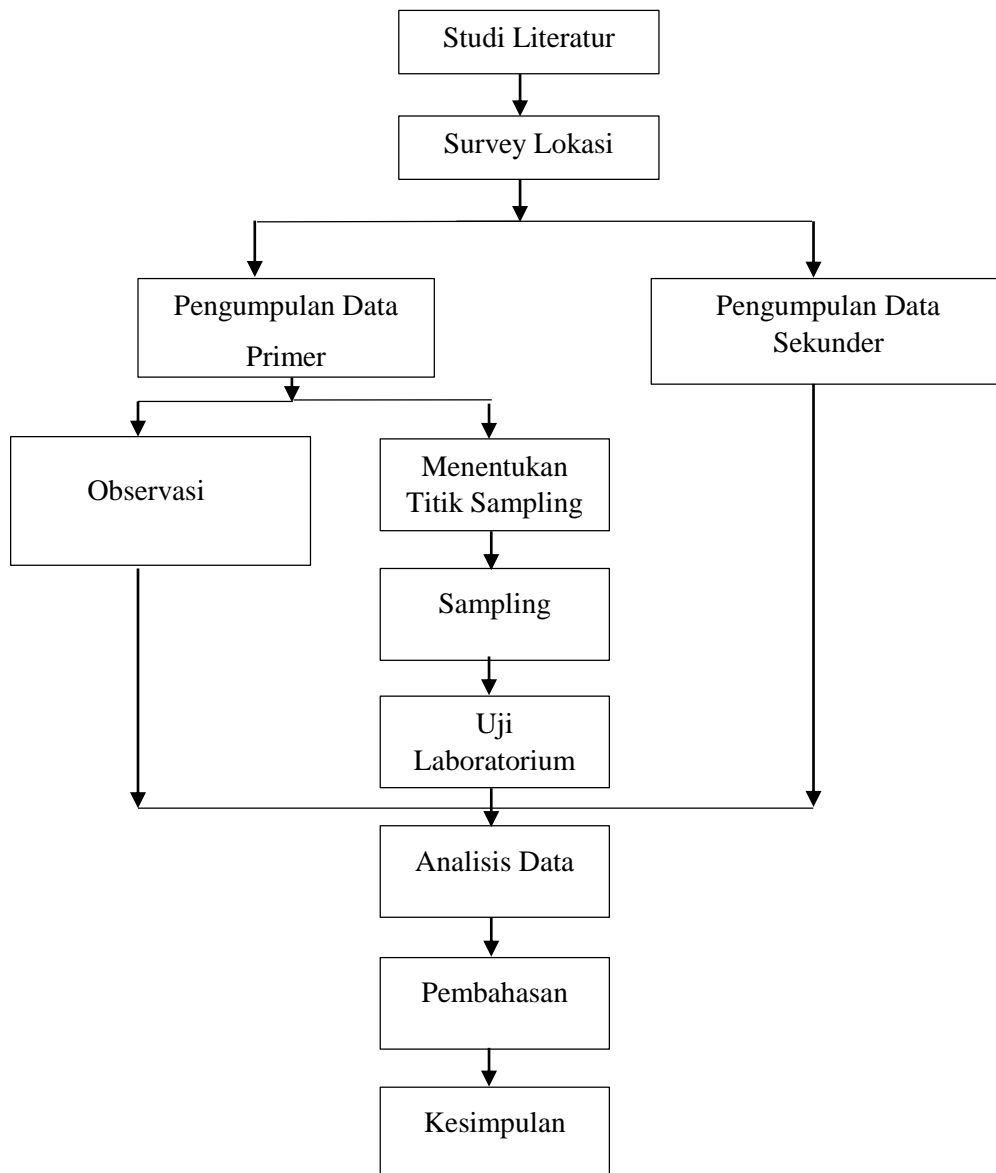
Lapisan pembawa air di bawah tanah disebut akuifer. Kabupaten Sleman memiliki satu sistem akuifer yaitu Sistem Akuifer Merapi (SAM). Sistem akuifer tersebut sebagian besar terbentuk dari endapan vulkanik Merapi muda dan menerus dari utara ke selatan. Sistem akuifer tersebut secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Komposisi kimia air tanah suatu daerah merupakan parameter penting untuk menilai karakteristik lingkungan area tersebut (Park dkk., 2005). Air tanah biasanya mengandung besi dan mangan. Keberadaan besi dan mangan dalam air tanah berhubungan dengan pelarutan batuan dan mineral yang mengandung logam-logam tersebut (Hem, 1970). Oleh karena itu, kondisi daerah sumber air menentukan kualitas air tersebut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

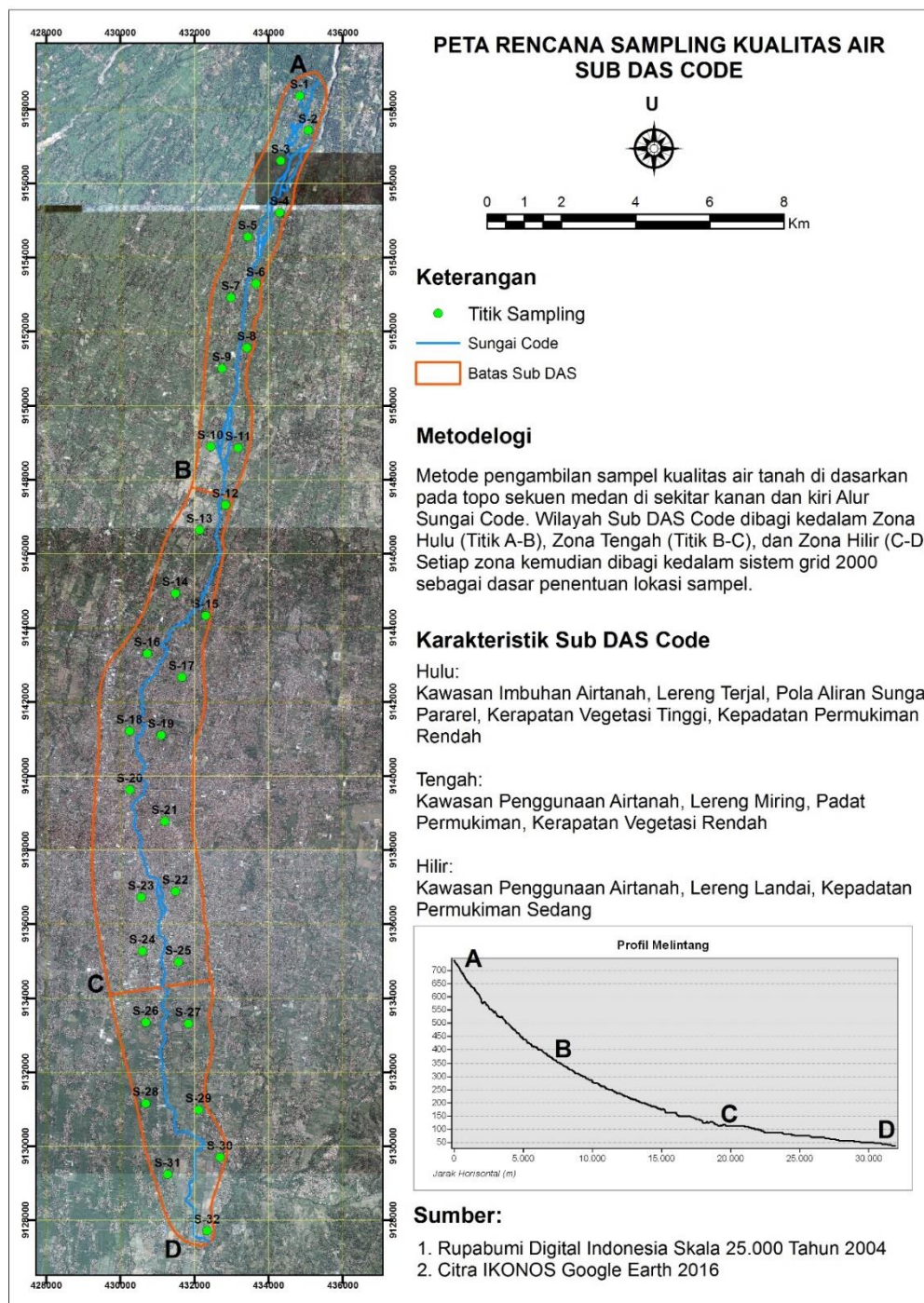
Diagram alir penelitian menunjukkan garis besar tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

1. Lokasi *sampling* berada di wilayah Sub DAS Kali Code yang dibagi menjadi 3 kawasan yaitu hulu, tengah, dan hilir. Setiap zona kemudian dibagi kedalam sistem grid 2000 sebagai dasar penentuan lokasi *sampling*.
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air – Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3.2 Peta Lokasi *Samplng*

Pada penelitian ini metode grid dipilih untuk menentukan titik *sampling*. Metode grid yaitu skema pengambilan sampel secara sistematis yang dirancang dengan mempertimbangkan kisaran spasial yang diharapkan. Pengamatan dibuat secara teratur dan pada jarak tertentu tergantung dari skala peta sehingga menghasilkan jalur segi empat. Kerapatan pengamatan disesuaikan menurut kebutuhan berdasarkan lokasi pengambilan sampel. Salah satu keuntungan menggunakan metode grid ialah metode ini sangat cocok diterapkan pada daerah yang cukup luas untuk mempermudah penentuan titik *sampling* (Rayes, 2007).

Wilayah Sub DAS Code dibagi kedalam Zona Hulu (Titik A-B), Zona Tengah (Titik B-C), dan Zona Hilir (Titik C-D). Setiap zona kemudian dibagi kedalam sistem grid 2000 sebagai dasar penentuan lokasi *sampling*.

Karakteristik Sub DAS Code yang akan digunakan sebagai lokasi *sampling* adalah sebagai berikut :

1. Hulu

Zona hulu merupakan kawasan imbuhan air tanah, lereng terjal, pola aliran sungai parallel, kerapatan vegetasi tinggi, dan kepadatan pemukiman rendah.

2. Tengah

Zona tengah merupakan kawasan penggunaan air tanah, lereng miring, padat pemukiman, dan kerapatan vegetasinya rendah.

3. Hilir

Zona hilir merupakan kawasan penggunaan air tanah, lereng landai, dan kepadatan pemukiman sedang.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang diambil pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil dari pengamatan fisik langsung di lapangan. Data primer yang digunakan berupa air tanah yang diambil dari beberapa titik di wilayah DIY. Sedangkan data sekunder adalah data yang mendukung data primer yang diambil dari buku-buku, lembaga-lembaga terkait. Dalam hal ini, data sekunder yang digunakan berupa data lokasi *sampling* yang terdiri dari beberapa titik di wilayah DIY.

Metode pengambilan sampel air tanah mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah.

Pada penelitian ini, sampel diambil dari sumur gali dan sumur bor dengan menggunakan *water sampler* dan kran. Wadah sampel sendiri berupa jerigen berukuran 1 – 2,5 L. Pada saat menuang sampel ke wadah, diusahakan jaraknya tidak terlalu jauh untuk meminimalisir kontak antara sampel dengan udara. Parameter yang langsung diukur di lapangan sesaat setelah sampel diambil ialah suhu dengan menggunakan termometer. Sedangkan parameter TDS dan pH diukur menggunakan TDS meter dan pH meter di Laboratorium Kualitas Air UIL.

3.4 Metode Analisis Data

Data yang telah didapat dari hasil survei lapangan akan diolah untuk mendapatkan data-data yang diperlukan untuk selanjutnya dilakukan analisis guna mendapatkan hasil kadar Fe dan Mn di titik-titik *sampling* untuk kemudian dibandingkan dengan baku mutu. Standar baku mutu yang digunakan adalah ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Tabel 3.1 Standar Baku Mutu Fe dan Mn Berdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
Fe	mg/L	0,3
Mn	mg/L	0,4

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan No.492 Tahun 2010

Tabel 3.2 Standar Baku Mutu Fe dan Mn Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
Fe	mg/L	0,3
Mn	mg/L	0,1

Sumber : PP No. 82 Tahun 2001

a. Besi (Fe)

Metode yang digunakan untuk penentuan logam besi (Fe) adalah secara spektrofotometri serapan atom-nyala (SSA) pada kisaran kadar Fe 0,3 mg/L sampai dengan 10 mg/L dengan panjang gelombang 248,3 nm sesuai dengan SNI 6989.4:2009.

$$A = ax + b$$

b. Mangan (Mn)

Metode yang digunakan untuk penentuan logam mangan (Mn) adalah secara spektrofotometri serapan atom-nyala (SSA) pada kisaran kadar Mn 0,1 mg/L sampai dengan 10 mg/L dengan panjang gelombang 279,5 nm sesuai dengan SNI 6989.5:2009.

Pengambilan dan analisis sampel dilakukan secara duplo (dua kali) untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Data yang diperoleh dari hasil analisa laboratorium dan parameter-parameter uji dikelompokkan secara *time series* yang terjadi. Data hasil analisis dipetakan berdasarkan letak geografisnya menggunakan software ArcGIS.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di sepanjang sub DAS Code yang dibagi ke dalam tiga zona yaitu zona hulu, tengah, dan hilir. Zona hulu meliputi Desa Girikerto, Purwobinangun, Candibinangun, Harjobinangun, Donoharjo, dan Sardonoarjo. Zona tengah meliputi Desa Sariharjo, Sinduharjo, Sinduadi, Catur Tunggal, Condong Catur, Terban, Kecamatan Gondokusuman, Danurejan, dan Gondomanan. Zona hilir meliputi Desa Keparakan, Karangajen, Bangunharjo, Trimulyo, Timbulharjo, Wonokromo, Brontokusuman, Wirogunan, dan Kecamatan Banguntapan.

Pada zona hulu air sungai masih bersih, di bantaran sungai masih terdapat banyak tumbuh-tumbuhan, dan jumlah sampah yang masih sedikit. Pada zona tengah Sungai Code yang sebagian besar sudah memasuki wilayah perkotaan Yogyakarta, warna air mulai berubah menjadi agak coklat keruh dan terdapat limbah domestik yang langsung dialirkan ke sungai. Pada bagian hilir dari Sungai Code air sudah berwarna coklat keruh bahkan agak kehitaman dan terdapat banyak sampah di bantaran sungainya.

Untuk mendukung proses *sampling*, peneliti menggunakan aplikasi GPS Essentials agar memudahkan dalam menentukan koordinat titik *sampling*. Keakuratan yang didapat dengan menggunakan aplikasi ini antara 5-6 meter. Berikut merupakan nama lokasi *sampling* beserta titik koordinat yang didapat melalui aplikasi GPS *Essentials* :

Tabel 4.1 Koordinat Titik *Sampling*

Sumur	Nama Desa	Koordinat
1	Girikerto	X : -7°36.772' S Y : 110°24.192' E
2	Purwobinangun	X : -7°37.080' S Y : 110°24.455' E
3	Purwobinangun	X : -7°36.772' S Y : 110°24.700' E
4	Donoharjo	X : -7°41.280' S Y : 110°23.503' E
5	Donoharjo	X : -7°41.642' S Y : 110°23.296' E
6	Sardonoharjo	X : -7°42.050' S Y : 110°23.772' E
7	Sardonoharjo	X : -7°42.098' S Y : 110°24.304' E
8	Sinduharjo	X : -7°43.471' S Y : 110°23.317' E
9	Sariharjo	X : -7°44.203' S Y : 110°22.656' E
10	Sariharjo	X : -7°44.684' S Y : 110°22.675' E
11	Sinduadi	X : S07°44.858' Y : E110°22.866'
12	Condongcatur	X : S07°44.992' Y : E110°23.204'

Sumur	Nama Desa	Koordinat
13	Sinduadi	X : S07°45.298' Y : E110°22.494'
14	Catur Tunggal	X : S07°45.934' Y : E110°22.953'
15	Candibinangun	X : S07°40.665' Y : E110°23.681'
16	Candibinangun	X : S07°40.042' Y : E110°23.954'
17	Harjobinangun	X : S07°40.577' Y : E110°24.498'
18	Sinduadi	X : S07°45.783' Y : E110°22.094'
19	Terban	X : S07°46.848' Y : E110°22.289'
20	Gondokusuman	X : S07°47.212' Y : E110°22.097'
21	Gondokusuman	X : S07°47.228' Y : E110°22.094'
22	Gondokusuman	X : S07°47.254' Y : E110°22.091'
23	Danurejan	X : S07°47.430' Y : E110°22.164'
24	Danurejan	X : S07°47.642' Y : E110°22.143'

Sumur	Nama Desa	Koordinat
25	Gondomanan	X : S07°48.100' Y : E110°22.249'
26	Keparakan	X : S07°48.844' Y : E110°22.375'
27	Karangkajen	X : S07°49.357' Y : E110°22.274'
28	Banguntapan	X : S07°49.946' Y : E110°22.586'
29	Bangunharjo	X : S07°50.768' Y : E110°22.419'
30	Timbulharjo	X : S07°52.046' Y : E110°22.599'
31	Trimulyo	X : S07°53.466' Y : E110°22.896'
32	Trimulyo	X : S07°52.841' Y : E110°23.411'
33	Trimulyo	X : S07°53.540' Y : E110°23.221'
34	Wonokromo	X : S07°53.315' Y : E110°23.320'
35	Wonokromo	X : S07°52.022' Y : E110°23.141'
36	Banguntapan	X : S07°51.193' Y : E110°23.139'

Sumur	Nama Desa	Koordinat
37	Brontokusuman	X : S07°49.070' Y : E110°22.535'
38	Wirogunan	X : S07°48.362' Y : E110°22.474'

Metode pengambilan sampel air tanah dilakukan dengan mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Keseluruhan sampel diambil dalam waktu 1,5 bulan pada kondisi cuaca cerah, tidak hujan.

Pengambilan sampel kualitas air tanah didasarkan pada topografi medan di sekitar kanan dan kiri alur Sungai Code. Setiap zona kemudian dibagi kedalam sistem grid 2000 sebagai dasar penentuan lokasi *sampling*. Tetapi pada praktik di lapangan, dalam radius 4 kilometer peneliti tidak menemukan warga yang menggunakan air sumur, mereka menggunakan mata air sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

4.1.2 Kondisi Eksisting Sumur

Sumur yang digunakan dalam pengambilan sampel pada penelitian ini adalah sumur gali dengan kedalaman 5 – 10 meter dan kedalaman air berkisar antara 1 – 4,5 meter, serta satu sumur bor dengan kedalaman 19 meter. Kondisi sumur gali di setiap lokasi *sampling* berbeda – beda. Rata – rata sumur gali merupakan sumur tua atau sumur lama yang penggunaannya sudah berpuluh – puluh tahun. Dari 38 sumur yang digunakan dalam pengambilan sampel, hanya 3 sumur yang konstruksinya terbuat dari batu kali, sedangkan sumur lainnya terbuat dari buis beton.

Air hujan yang turun jatuh ke tanah dan mengalami infiltrasi masuk ke dalam tanah yang mengandung FeO akan bereaksi dengan H₂O dan CO₂ dalam tanah dan membentuk Fe (HCO₃)₂ dimana semakin dalam air yang meresap ke dalam tanah semakin tinggi juga kelarutan besi karbonat dalam air tersebut. Semakin dalam

kedalaman air, maka semakin sedikit kontak dengan udara sehingga kadar Fe menjadi lebih tinggi.

4.2 Kondisi Air Tanah di Wilayah Sub DAS Code

4.2.1 Parameter Fisik

a. Suhu

Suhu merupakan parameter yang diukur langsung di lapangan sesaat setelah air sampel diambil, hal ini bertujuan untuk memberikan data yang akurat karena suhu dapat berubah dengan cepat sesuai dengan kondisi lingkungan. Hasil pengukuran parameter suhu pada air sumur di titik-titik sampling antara 23 - 30 °C menunjukkan bahwa secara garis besar keseluruhan sampel berada dalam kondisi suhu normal. Berikut merupakan hasil pengukuran suhu pada keseluruhan titik *sampling*.

Tabel 4.2 Parameter Suhu pada Titik *Sampling*

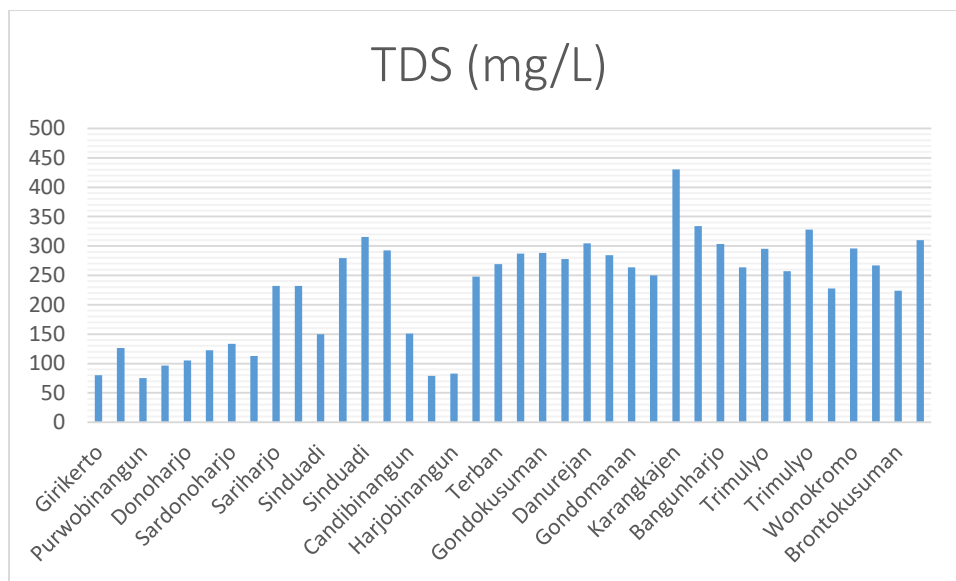
Sumur	Nama Desa	Suhu (C)
1	Girikerto	23
2	Purwobinangun	24
3	Purwobinangun	24
4	Donoharjo	27
5	Donoharjo	27
6	Sardonoharjo	27
7	Sardonoharjo	27
8	Sinduharjo	27
9	Sariharjo	28
10	Sariharjo	27
11	Sinduadi	27
12	Condongcatur	27,5
13	Sinduadi	27
14	Catur Tunggal	29
15	Candibinangun	27
16	Candibinangun	25
17	Harjobinangun	25

Sumur	Nama Desa	Suhu (C)
18	Sinduadi	26
19	Terban	27
20	Gondokusuman	27
21	Gondokusuman	28
22	Gondokusuman	27
23	Danurejan	29
24	Danurejan	28
25	Gondomanan	30
26	Keparakan	29
27	Karangkajen	27
28	Banguntapan	27
29	Bangunharjo	27
30	Timbulharjo	27
31	Trimulyo	28
32	Trimulyo	28
33	Trimulyo	30
34	Wonokromo	28
35	Wonokromo	29
36	Banguntapan	29
37	Brontokusuman	29
38	Wirogunan	29

Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, parameter suhu memiliki standar baku mutu deviasi 3 dari suhu alamiahnya. Suhu yang tinggi menyebabkan berkurangnya kadar oksigen dalam air. Kenaikan temperatur air juga dapat menguraikan derajat kelarutan mineral sehingga kelarutan Fe pada air tinggi.

b. Total Dissolved Solid (TDS)

Hasil pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) menggunakan TDS meter menunjukkan bahwa keseluruhan sampel masih berada dibawah angka yang diperbolehkan untuk parameter TDS. Pengukuran TDS dengan TDS meter untuk masing-masing sampel dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapat hasil yang lebih akurat. Hasil dari pengukuran tersebut kemudian dirata-rata untuk mendapat nilai TDS akhir sampel.



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran TDS Sampel

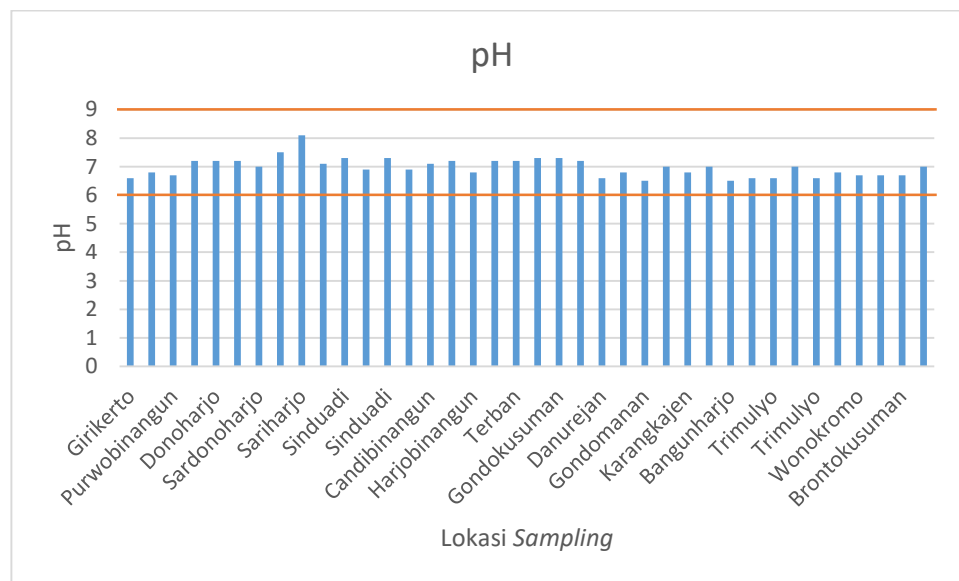
Dari grafik diatas terlihat bahwa daerah dengan nilai TDS paling rendah ialah Desa Purwobinangun sebesar 75 mg/L, sedangkan daerah dengan nilai TDS paling tinggi ialah Karangkajen dengan 430 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar maksimum TDS yang diperbolehkan ialah 500 mg/L. Sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kadar maksimum TDS yang diperbolehkan ialah

sebesar 1000 mg/L. Terdapat perbedaan kadar maksimum TDS antara kedua regulasi tersebut. Namun berdasarkan hasil pengukuran, kadar TDS untuk seluruh sampel masih dibawah 500 mg/L.

4.2.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran pH pada keseluruhan air sampel berkisar antara 6,5 – 8,1 menunjukkan bahwa air sampel berada pada pH normal.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara pH dengan Baku Mutu

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa keseluruhan sampel berada dalam kondisi pH normal sesuai dengan baku mutu pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu dengan pH 6 -9.

pH air akan terpengaruh terhadap kesadahan kadar besi dalam air, apabila pH air rendah akan berakibat terjadinya proses korosif sehingga menyebabkan larutnya besi dan logam lainnya dalam air, pH yang rendah kurang dari 7 dapat melarutkan logam. Dalam keadaan pH rendah, besi yang ada dalam air berbentuk ferro dan ferri, dimana bentuk ferri akan mengendap dan tidak larut dalam air serta tidak dapat

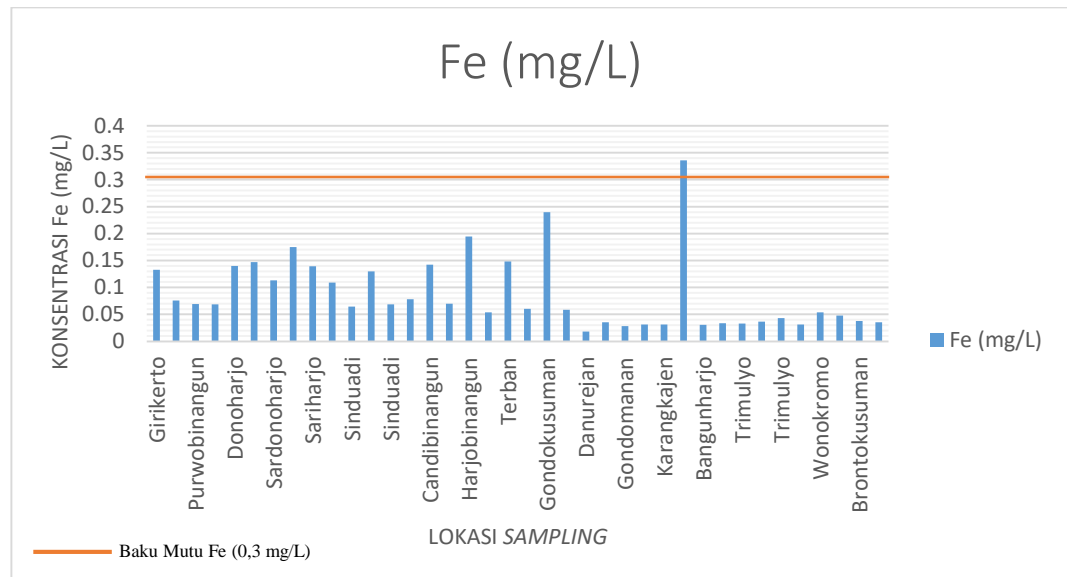
dilihat dengan mata sehingga mengakibatkan air menjadi berwarna,berbau dan berasa.

b. Besi (Fe)

Pengujian kadar besi (Fe) pada penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) nyala, mengacu pada SNI 6989.4:2009 tentang Cara Uji Besi (Fe) Secara SSA Nyala. Pengujian ini dilakukan secara duplo dengan masing-masing erlenmeyer berisi 50 ml air sampel kemudian ditambahkan HNO₃ pekat sebanyak 5 ml untuk dilakukan proses destruksi. Setelah dihomogenkan, sampel kemudian dipanaskan hingga mencapai volume kurang dari 10 ml. Sampel yang sudah didestruksi kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 10 ml dan ditambah akuades hingga tanda batas.

Contoh uji kemudian diaspirasikan ke dalam SSA-nyala untuk diukur serapannya pada panjang gelombang 248,3 nm. Setelah didapat hasil pengukuran untuk 38 sampel, perhitungan kadar Fe (mg/L) dilakukan dengan mengalikan hasil pengukuran tiap sampel dengan faktor pengenceran. Faktor pengenceran pada pengujian kali ini adalah satu per lima ($\frac{1}{5}$), didapat dari 10 ml sampel hasil destruksi per 50 ml volume awal sampel.

Hasil analisis parameter Fe pada 38 sampel dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Kadar Fe pada Sampel dengan Baku Mutu

Dari grafik diatas, diketahui sebagian besar nilai kadar besi (Fe) pada air sampel dibawah baku mutu, hanya ada satu sampel dengan kadar Fe diatas baku mutu sebesar 0,3357 mg/L yang terdapat di wilayah Banguntapan (sampel 28). Baku mutu untuk Fe sendiri baik berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum maupun berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air adalah sebesar 0,3 mg/L. Artinya, walaupun kadar Fe pada sampel 28 lebih dari 0,3mg/L tetapi masih relatif tidak terlalu jauh diatas baku mutu.

Jika dilihat secara fisik, air sampel 28 berwarna kekuningan dan berbau. Setelah dipompa dari sumbernya, air tersebut ditampung terlebih dahulu di *roof tank* untuk kemudian dialirkan ke kamar mandi. Namun meskipun pada kran telah dipasang penyaring berupa kain, air tersebut tetap berwarna kuning. Hal itu mengindikasikan terdapat kandungan Fe yang melebihi batas dalam air tersebut. Air digunakan sebagai sumber untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari. Tetapi karena

kadar Fe yang melebihi baku mutu maka air tersebut tidak dapat digunakan sebagai air minum.

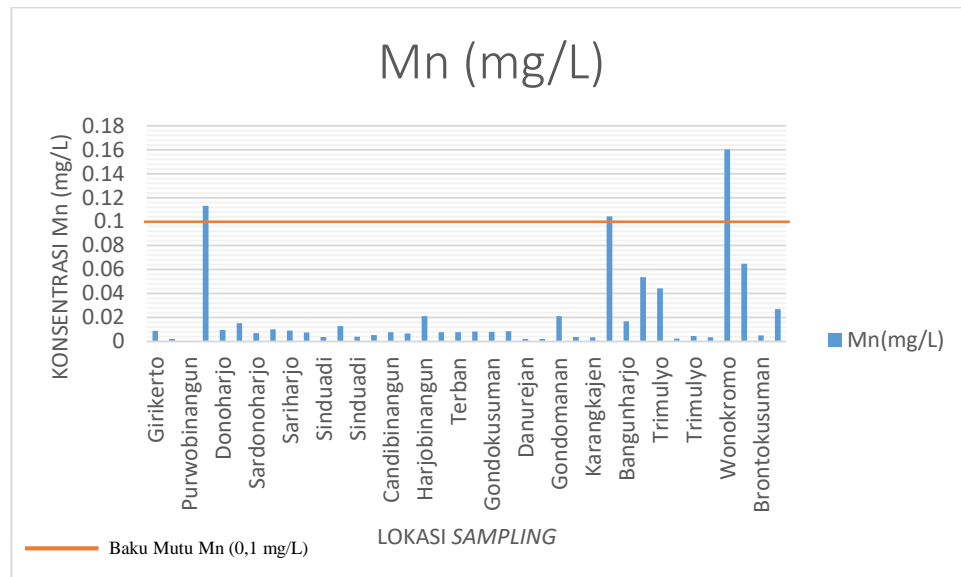
Sumber Fe diduga secara alamiah yaitu merupakan hasil pelapukan batuan induk dari lapisan tanah, mengingat lokasi pengambilan sampel di kawasan tersebut tidak ada industri pertambangan, tekstil, kimia, dan kilang minyak sebagai sumber besi (Fe) buatan. Letak sumur sampel 28 sendiri berada di samping kamar mandi, serta jarak antara sumur dan Sungai Code kurang dari 10 meter. Selain itu, proses pengambilan air yang dilakukan melalui kran juga diduga ikut mempengaruhi kadar besi karena bukan tidak mungkin besi dari kran air ikut larut saat proses pengambilan.

c. Mangan (Mn)

Pengujian kadar mangan (Mn) pada penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) nyala, mengacu pada SNI 6989.5:2009 tentang Cara Uji Mangan (Mn) Secara SSA Nyala. Pengujian ini dilakukan secara duplo dengan masing-masing erlenmeyer berisi 50 ml air sampel kemudian ditambahkan HNO₃ pekat sebanyak 5 ml untuk dilakukan proses destruksi. Setelah dihomogenkan, sampel kemudian dipanaskan hingga mencapai volume kurang dari 10 ml. Sampel yang sudah didestruksi kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 10 ml dan ditambah akuades hingga tanda batas.

Contoh uji kemudian diaspirasikan ke dalam SSA-nyala untuk diukur serapannya pada panjang gelombang 279,5 nm. Setelah didapat hasil pengukuran untuk 38 sampel, perhitungan kadar Mn (mg/L) dilakukan dengan mengalikan hasil pengukuran tiap sampel dengan faktor pengenceran. Faktor pengenceran pada pengujian kali ini adalah satu per lima ($\frac{1}{5}$), didapat dari 10 ml sampel hasil destruksi per 50 ml volume awal sampel.

Hasil analisis parameter Mn pada air sumur dapat dilihat pada grafik dibawah ini :

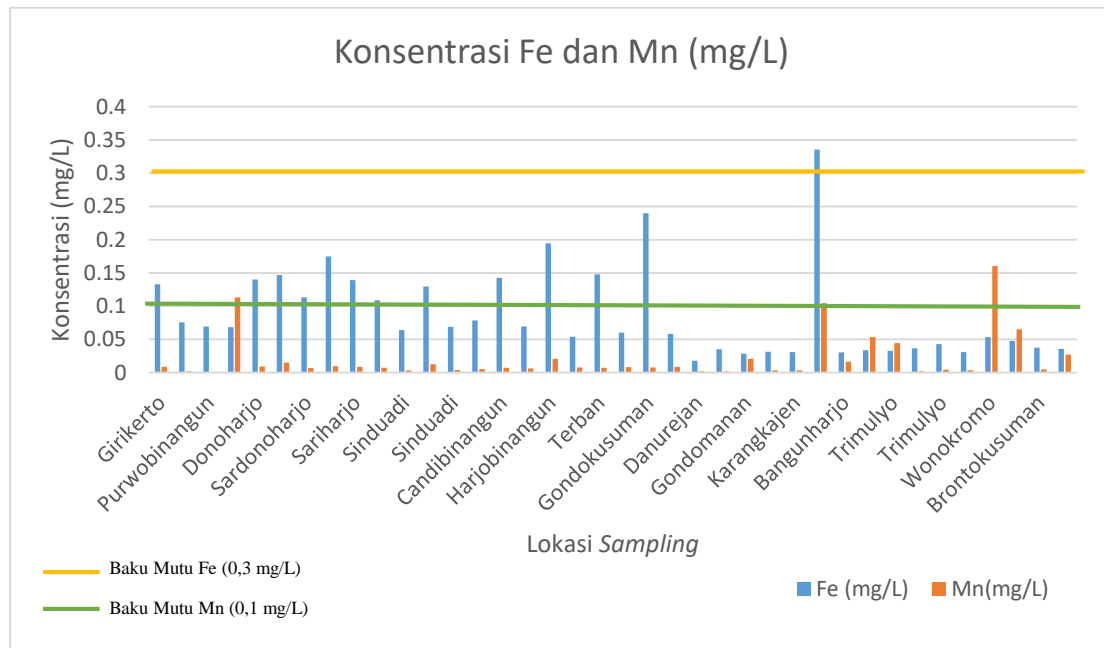


Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Kadar Mn pada Sampel dengan Baku Mutu

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa sebagian besar sampel mempunyai kadar Mn di bawah baku mutu. Dari 38 sampel, hanya 3 sampel yang berada di atas baku mutu. Sampel tersebut berada di wilayah Donoharjo, Banguntapan, dan Wonokromo dengan konsentrasi Mn sebesar 0,1131 mg/L; 0,10442 mg/L; dan 0,1603 mg/L. Baku mutu untuk Mn berdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum adalah 0,4 mg/L. Sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air adalah 0,1 mg/L. Pada penelitian kali ini, baku mutu yang dipakai untuk Mn adalah 0,1 mg/L.

Kandungan mangan dapat ditemui pada hampir setiap lapisan geologis dan semua badan air. Seperti zat-zat lainnya dalam air minum misalnya Ca, Mg, Fe, unsur Mn sebagian besar juga berasal dari kontakannya dengan tanah. Seperti halnya kandungan Fe yang melewati baku mutu, kandungan Mn yang melewati baku mutu ini juga diduga disebabkan oleh faktor alami mengingat tidak ada sumber Mn buatan

seperti lindi dari tempat penampungan sampah, proses penambangan, dan emisi dari logam.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Fe dan Mn Terhadap Baku Mutu

4.3 Hubungan Antara Konsentrasi Fe dan Mn dengan Parameter Lain

Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara konsentrasi Fe dan Mn pada air tanah dengan parameter lain, maka akan digunakan fungsi korelasi ($=\text{CORREL}$) pada *software* Microsoft Excel 2013. Parameter yang akan dicaritahu hubungannya dengan konsentrasi Fe dan Mn adalah suhu, pH, dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Untuk menentukan keeratan hubungan atau korelasi antar variabel, maka diberikan nilai-nilai dari koefisien korelasi (r) (Hasan, 2006):

Tabel 4.3 Interval Nilai Koefisien Korelasi dan Kekuatan Hubungan

Interval Nilai	Kekuatan Hubungan
$ r = 0$	Tidak terdapat korelasi
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat rendah atau lemah sekali
$0,20 < r \leq 0,40$	Rendah atau lemah tapi pasti
$0,40 < r \leq 0,70$	Cukup berarti atau sedang
$0,70 < r \leq 0,90$	Tinggi atau kuat
$0,90 < r \leq 1,00$	Sangat tinggi atau kuat sekali
$ r = 1$	Sempurna

Sumber : Hasan, 2006

Korelasi yang terjadi antara dua variabel dapat berupa :

1. Korelasi Positif

Korelasi positif adalah korelasi dari dua variabel, yaitu apabila variabel yang satu (X) meningkat maka variabel lainnya (Y) cenderung untuk meningkat juga dan begitupun sebaliknya. Hubungan ini dapat dikatakan sebagai hubungan searah.

2. Korelasi Negatif

Korelasi negatif adalah korelasi dari dua variabel, yaitu apabila variabel yang satu (X) meningkat maka variabel lainnya (Y) menurun dan begitupun sebaliknya. Hubungan ini dapat dikatakan sebagai hubungan tidak searah atau berlawanan.

3. Tidak ada korelasi

Tidak ada korelasi terjadi apabila kedua variabel (X dan Y) tidak menunjukkan adanya hubungan.

4. Korelasi Sempurna

Korelasi sempurna adalah korelasi dari dua variabel, yaitu apabila kenaikan atau penurunan variabel yang satu (variabel X) berbanding dengan kenaikan atau

penurunan variabel lainnya (variabel Y). Untuk korelasi sempurna ini nilai koefisien korelasinya adalah 1 (Furqon, 2002).

4.3.1 Suhu

Berikut ini merupakan tabel korelasi pengaruh antara suhu dengan konsentrasi Fe dan Mn dalam air sampel :

Tabel 4.4 Korelasi Suhu dengan Konsentrasi Fe

Sampel	Suhu (C)	Fe (mg/L)
1	23	0,1328
2	24	0,0756
3	24	0,0692
4	27	0,0684
5	27	0,14
6	27	0,1468
7	27	0,1132
8	27	0,1747
9	28	0,1392
10	27	0,1091
11	27	0,0643
12	27.5	0,1297
13	27	0,0689
14	29	0,0784
15	27	0,1426
16	25	0,0696
17	25	0,1947
18	26	0,054
19	27	0,148
20	27	0,0603
21	28	0,2398
22	27	0,0585
23	29	0,01804
24	28	0,0354
25	30	0,0285

Sampel	Suhu (C)	Fe (mg/L)
26	29	0,03134
27	27	0,03108
28	27	0,3357
29	27	0,0306
30	27	0,03356
31	28	0,03294
32	28	0,0365
33	30	0,04316
34	28	0,03108
35	29	0,05374
36	29	0,04772
37	29	0,03786
38	29	0,03564
		-0,292197629

Tabel 4.5 Korelasi Suhu dengan Konsentrasi Mn

Sampel	Suhu (C)	Mn(mg/L)
1	23	0.00863
2	24	0.002
3	24	0.0002
4	27	0.1131
5	27	0.00941
6	27	0.01515
7	27	0.00689
8	27	0.00993
9	28	0.00892
10	27	0.00729
11	27	0.00359
12	27.5	0.01267
13	27	0.00378
14	29	0.00522
15	27	0.00754
16	25	0.00646
17	25	0.02092

Sampel	Suhu (C)	Mn(mg/L)
18	26	0.00766
19	27	0.00754
20	27	0.00831
21	28	0.0078
22	27	0.00854
23	29	0.00214
24	28	0.00196
25	30	0.021
26	29	0.0036
27	27	0.00338
28	27	0.10442
29	27	0.0166
30	27	0.05368
31	28	0.04422
32	28	0.00222
33	30	0.00454
34	28	0.00342
35	29	0.1603
36	29	0.06484
37	29	0.0049
38	29	0.02694
		0.168422

Pada tabel tersebut menunjukkan nilai r negatif untuk Fe yang berarti korelasi negatif. Hasil uji korelasi menunjukkan suhu dan konsentrasi Fe mempunyai hubungan yang lemah dan negatif atau berlawanan arah. Sedangkan hasil uji korelasi suhu dengan konsentrasi Mn didapat hasil r positif yang berarti terdapat hubungan searah dengan tingkat hubungan sangat rendah ($r = 0,168422$).

Untuk mengetahui apakah nilai korelasi tersebut signifikan (bermakna) atau tidak, kita bandingkan dengan nilai r pada r tabel dengan tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Jika r hitung lebih besar daripada r tabel maka terdapat korelasi yang signifikan antara dua variabel.

Pada tabel r terdapat nilai df ($df = n-2$). Karena jumlah sampel pada penelitian ini ada 38 sampel maka didapat nilai $df = 38 - 2 = 36$. Selanjutnya kita lihat pada tabel dengan $df = 36$ dan tingkat signifikansi 0,05 didapat nilai r tabel adalah 0,3202. Nilai r hitung untuk Fe dengan suhu adalah -0,292 atau lebih kecil dari r tabel. Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang lemah, tidak searah, dan tidak signifikan antara Fe dengan suhu. Begitu pula untuk Mn dengan suhu memiliki hubungan yang sangat rendah, searah, dan tidak signifikan.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Berikut ini merupakan tabel korelasi antara nilai pH dengan konsentrasi Fe dan Mn pada air sampel :

Tabel 4.6 Korelasi Nilai pH dengan Konsentrasi Fe

Sampel	pH	Fe (mg/L)
1	6.6	0.1328
2	6.8	0.0756
3	6.7	0.0692
4	7.2	0.0684
5	7.2	0.14
6	7.2	0.1468
7	7	0.1132
8	7.5	0.1747
9	8.1	0.1392
10	7.1	0.1091
11	7.3	0.0643
12	6.9	0.1297
13	7.3	0.0689
14	6.9	0.0784
15	7.1	0.1426
16	7.2	0.0696
17	6.8	0.1947
18	7.2	0.054
19	7.2	0.148
20	7.3	0.0603

Sampel	pH	Fe (mg/L)
21	7.3	0.2398
22	7.2	0.0585
23	6.6	0.01804
24	6.8	0.0354
25	6.5	0.0285
26	7	0.03134
27	6.8	0.03108
28	7	0.3357
29	6.5	0.0306
30	6.6	0.03356
31	6.6	0.03294
32	7	0.0365
33	6.6	0.04316
34	6.8	0.03108
35	6.7	0.05374
36	6.7	0.04772
37	6.7	0.03786
38	7	0.03564
		0.399726

Tabel 4.7 Korelasi Nilai pH dengan Konsentrasi Mn

Sampel	pH	Mn (mg/L)
1	6.6	0.00863
2	6.8	0.002
3	6.7	0.0002
4	7.2	0.1131
5	7.2	0.00941
6	7.2	0.01515
7	7	0.00689
8	7.5	0.00993
9	8.1	0.00892
10	7.1	0.00729
11	7.3	0.00359

Sampel	pH	Mn (mg/L)
12	6.9	0.01267
13	7.3	0.00378
14	6.9	0.00522
15	7.1	0.00754
16	7.2	0.00646
17	6.8	0.02092
18	7.2	0.00766
19	7.2	0.00754
20	7.3	0.00831
21	7.3	0.0078
22	7.2	0.00854
23	6.6	0.00214
24	6.8	0.00196
25	6.5	0.021
26	7	0.0036
27	6.8	0.00338
28	7	0.10442
29	6.5	0.0166
30	6.6	0.05368
31	6.6	0.04422
32	7	0.00222
33	6.6	0.00454
34	6.8	0.00342
35	6.7	0.1603
36	6.7	0.06484
37	6.7	0.0049
38	7	0.02694
		-0.15003

Pada tabel tersebut menunjukkan nilai r positif untuk Fe yang berarti korelasi positif. Nilai positif menunjukkan nilai pH dan konsentrasi Fe mempunyai hubungan positif atau searah dengan tingkat hubungan rendah ($r = 0,399726$). Sedangkan nilai pH dengan konsentrasi Mn didapat hasil korelasi sangat rendah ($r = -0,15003$).

Nilai r tabel yang digunakan adalah 0,3202. Artinya, r hitung untuk korelasi antara Fe dengan pH lebih besar dari r tabel yang menandakan bahwa terdapat hubungan antara Fe dan pH dengan tingkat hubungan yang signifikan dan searah. Sedangkan r hitung konsentrasi Mn dengan pH lebih rendah dari r tabel yang menandakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi Mn dengan pH.

4.3.3 Total Dissolved Solid (TDS)

Berikut ini merupakan tabel korelasi antara nilai TDS dengan konsentrasi Fe dan Mn pada air sampel :

Tabel 4.8 Korelasi Nilai TDS dengan Konsentrasi Fe

Sampel	TDS (mg/L)	Fe (mg/L)
1	80	0.1328
2	126	0.0756
3	75	0.0692
4	96	0.0684
5	105	0.14
6	123	0.1468
7	133	0.1132
8	113	0.1747
9	232	0.1392
10	232	0.1091
11	150	0.0643
12	280	0.1297
13	316	0.0689
14	293	0.0784
15	151	0.1426
16	79	0.0696
17	83	0.1947
18	248	0.054
19	269	0.148
20	287	0.0603

Sampel	TDS (mg/L)	Fe (mg/L)
21	288	0.2398
22	278	0.0585
23	305	0.01804
24	284	0.0354
25	264	0.0285
26	250	0.03134
27	430	0.03108
28	334	0.3357
29	304	0.0306
30	264	0.03356
31	295	0.03294
32	257	0.0365
33	328	0.04316
34	228	0.03108
35	296	0.05374
36	267	0.04772
37	224	0.03786
38	310	0.03564
		-0.23264

Tabel 4.9 Korelasi Nilai TDS dengan Konsentrasi Mn

Sampel	TDS (mg/L)	Mn (mg/L)
1	80	0.00863
2	126	0.002
3	75	0.0002
4	96	0.1131
5	105	0.00941
6	123	0.01515
7	133	0.00689
8	113	0.00993
9	232	0.00892
10	232	0.00729
11	150	0.00359

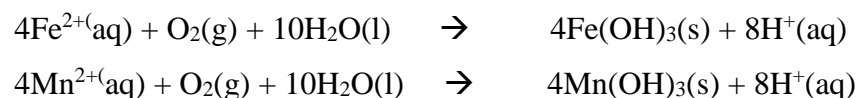
Sampel	TDS (mg/L)	Mn (mg/L)
12	280	0.01267
13	316	0.00378
14	293	0.00522
15	151	0.00754
16	79	0.00646
17	83	0.02092
18	248	0.00766
19	269	0.00754
20	287	0.00831
21	288	0.0078
22	278	0.00854
23	305	0.00214
24	284	0.00196
25	264	0.021
26	250	0.0036
27	430	0.00338
28	334	0.10442
29	304	0.0166
30	264	0.05368
31	295	0.04422
32	257	0.00222
33	328	0.00454
34	228	0.00342
35	296	0.1603
36	267	0.06484
37	224	0.0049
38	310	0.02694
		0.105666

Pada tabel tersebut menunjukkan nilai r negatif untuk Fe yang berarti korelasi negatif. Nilai negatif menunjukkan nilai TDS dan konsentrasi Fe mempunyai hubungan negatif atau berlawanan arah. Sedangkan nilai TDS dengan konsentrasi Mn didapat hasil r positif yang berarti terdapat hubungan searah dengan tingkat hubungan sangat rendah ($r = 0,105666$).

Berdasarkan peta geologi Yogyakarta yang disusun oleh Wartono dkk, jenis batuan yang membentang sepanjang wilayah Sub DAS Code merupakan jenis endapan vulkanik gunung merapi muda. Selain itu terdapat beberapa jenis tanah yang terdapat di wilayah penelitian berdasarkan peta persebaran jenis tanah yang dikeluarkan oleh BAPPEDA yaitu tanah regosol, latosol, dan mediteran. Penyebaran tanah regosol adalah dari utara Kaliurang hingga Kabupaten Bantul meliputi Desa Banguntapan, Bangunharjo, Wonokromo, dan Trimulyo. Tanah latosol terdapat di wilayah Yogyakarta bagian utara. Sedangkan jenis tanah yang terdapat di Desa Trimulyo merupakan tanah jenis mediteran. Jenis tanah-tanah tersebut kaya akan unsur mineral seperti besi dan mangan sehingga dapat mempengaruhi kadar besi dan mangan yang terdapat pada air tanah.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa dari 38 sampel, hanya ada 1 sampel dengan konsentrasi Fe dibawah baku mutu serta 3 sampel yang konsentrasi Mn berada di bawah baku mutu. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh sumur tempat pengambilan sampel yang merupakan sumur yang sehari-harinya dibiarkan terbuka sehingga terjadi kontak antara Fe dan Mn dengan udara dan menyebabkan teroksidasinya Fe dan Mn.

Reaksi yang terjadi apabila besi dan mangan teroksidasi adalah sebagai berikut :

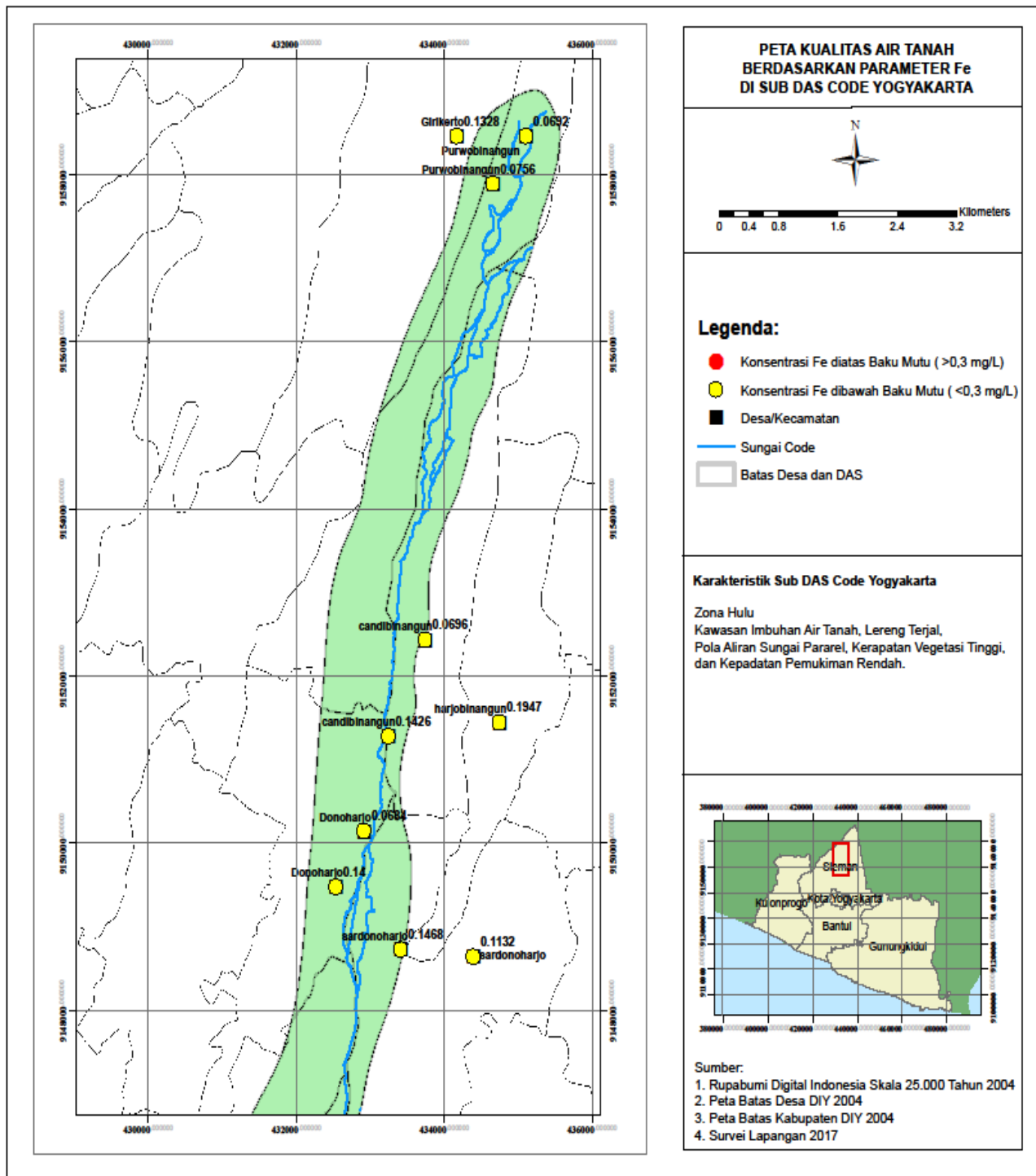


4.4 Peta Konsentrasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Titik *Sampling*

4.4.1 Besi (Fe)

a. Bagian Hulu Sub DAS Code

Berikut ini merupakan peta lokasi *sampling* beserta konsentrasi Fe pada tiap titiknya :

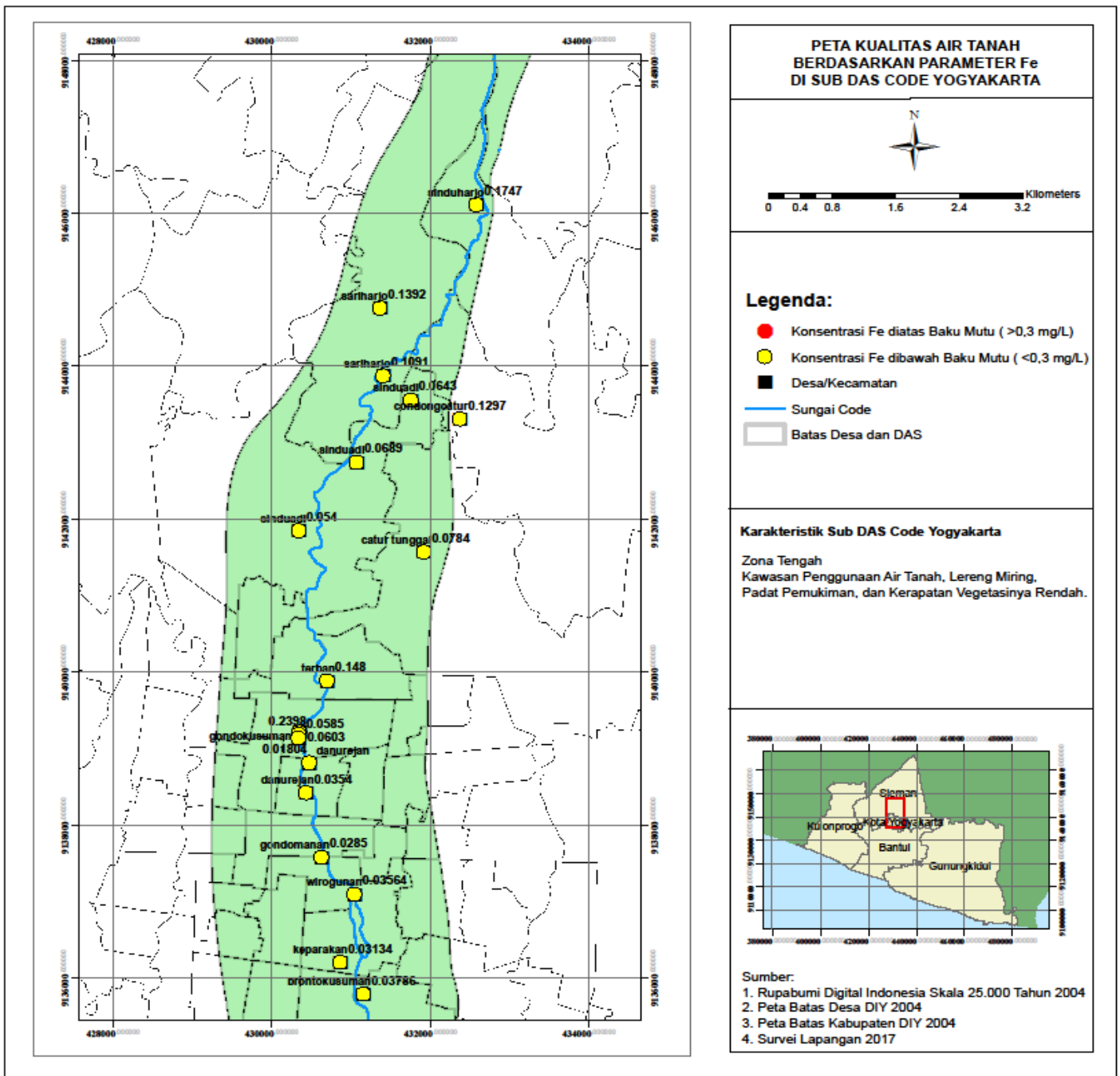


Gambar 4.6 Peta Kualitas Air Tanah di Sub DAS Code Bagian
Hulu Berdasarkan Parameter Fe

Seperti dapat dilihat pada peta, konsentrasi Fe pada Sub DAS Code bagian hulu seluruhnya berada di bawah baku mutu yaitu 0,3 mg/L. Konsentrasi Fe paling tinggi di wilayah hulu Sub DAS Code berada di Desa Harjobinangun sebesar 0,1947 mg/L. Sedangkan konsentrasi Fe paling rendah berada di Desa Donoharjo sebesar 0,0684 mg/L.

b. Bagian Tengah Sub DAS Code

Berikut ini merupakan peta lokasi titik *sampling* beserta konsentrasi Fe yang tersebar di bagian tengah Sub DAS Code :

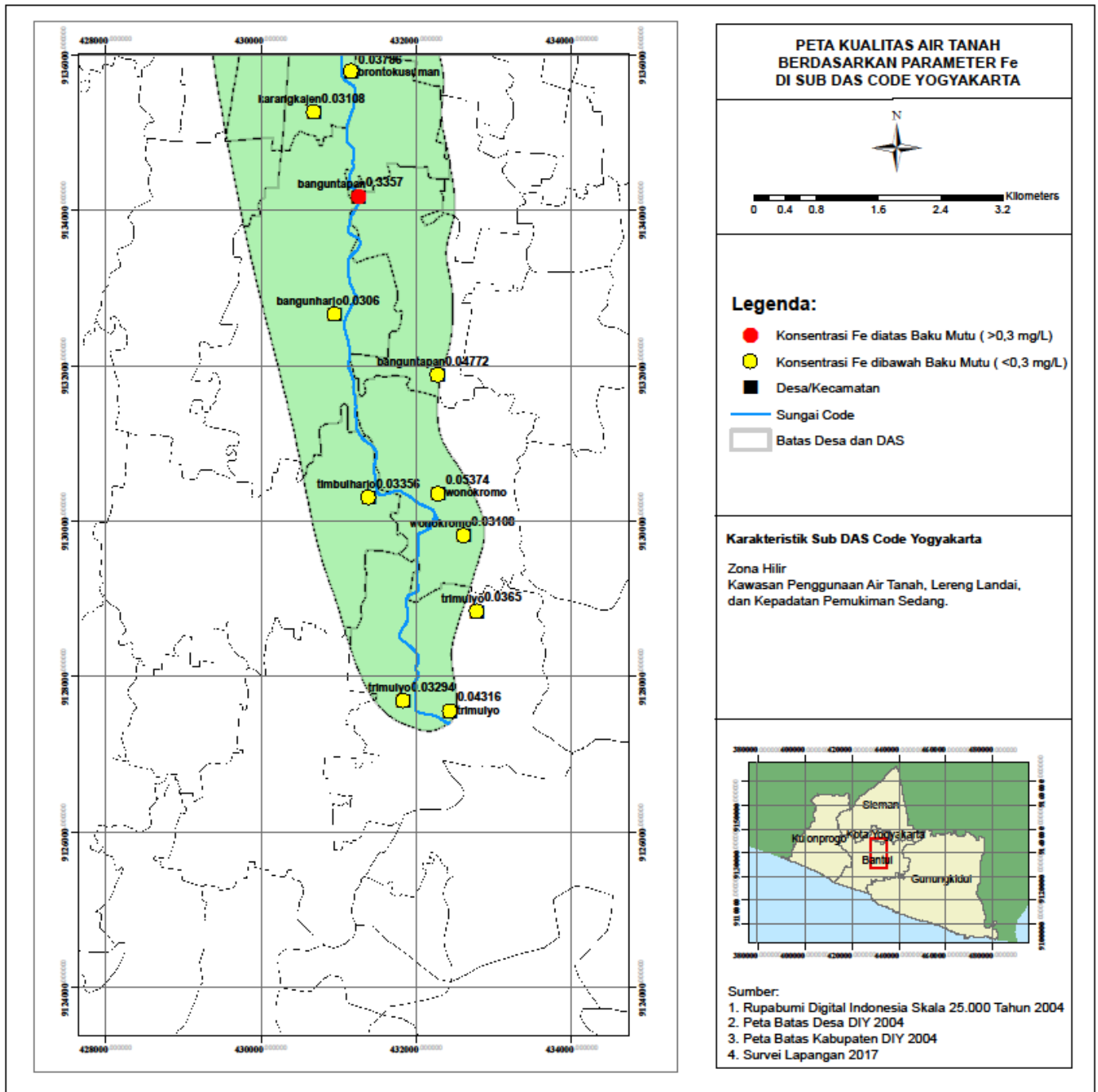


Gambar 4.7 Peta Kualitas Air Tanah di Sub DAS Code Bagian Tengah Berdasarkan Parameter Fe

Sub DAS Code bagian tengah hampir seluruhnya berada di wilayah perkotaan Yogyakarta. Seperti dapat dilihat pada peta, konsentrasi Fe pada Sub DAS Code bagian tengah seluruhnya berada di bawah baku mutu yaitu 0,3 mg/L. Konsentrasi Fe paling tinggi di wilayah tengah Sub DAS Code berada di Desa Ledokcode Kecamatan Gondokusuman sebesar 0,2398 mg/L. Sedangkan konsentrasi Fe paling rendah berada di titik yang ada di Kecamatan Gondomanan sebesar 0,0285 mg/L.

c. Bagian Hilir Sub DAS Code

Berikut ini merupakan peta lokasi titik *sampling* beserta konsentrasi Fe di tiap-tiap titiknya yang tersebar di wilayah hilir Sub DAS Code :



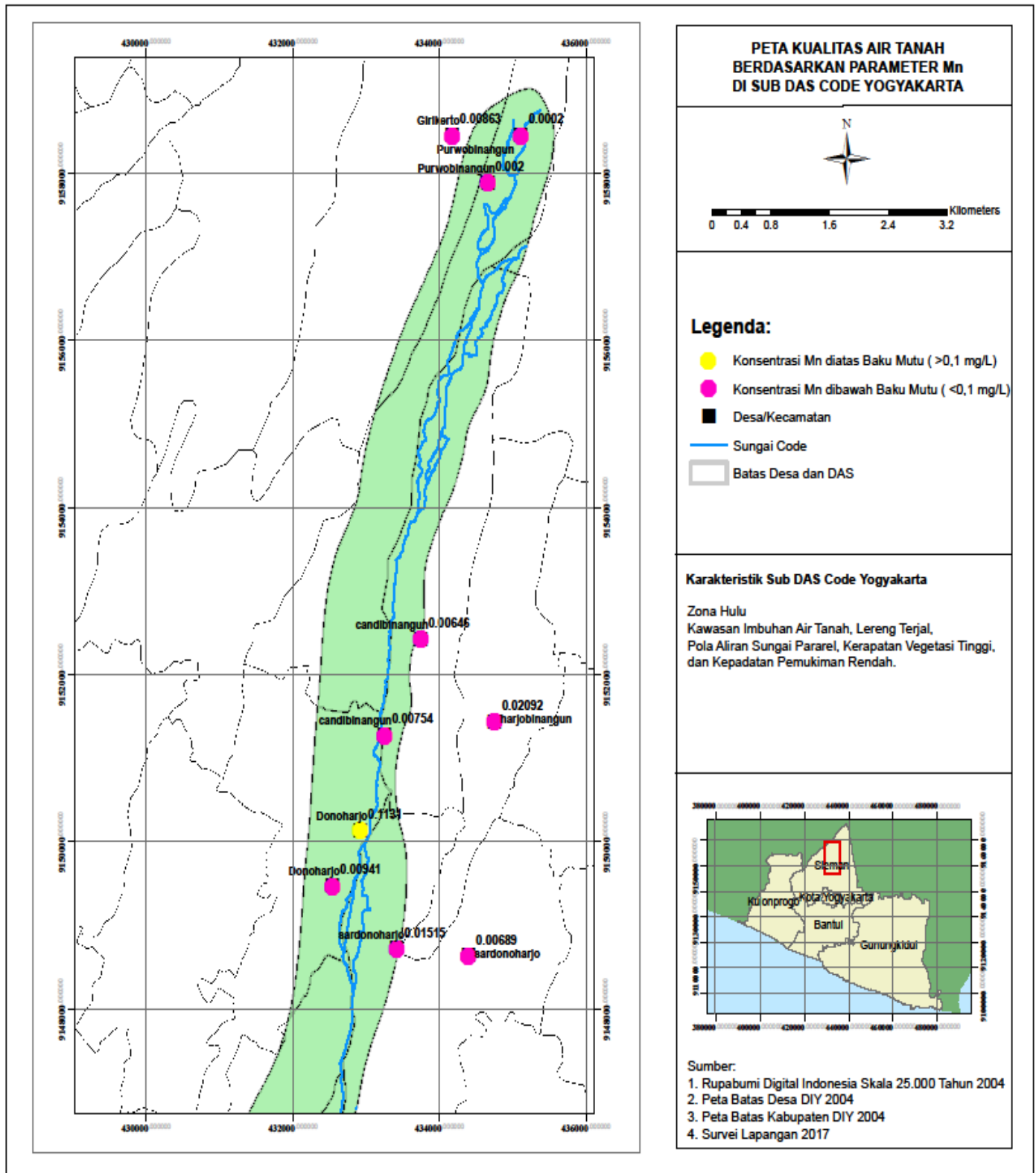
Gambar 4.8 Peta Kualitas Air Tanah di Sub DAS Code Bagian Hilir Berdasarkan Parameter Fe

Sub DAS Code bagian hilir berada di wilayah Kabupaten Bantul. Seperti dapat dilihat pada peta, konsentrasi Fe pada Sub DAS Code bagian hilir juga hampir seluruhnya berada di bawah baku mutu yaitu 0,3 mg/L disamping terdapat 1 titik dengan konsentrasi melebihi baku mutu. Konsentrasi Fe paling tinggi di wilayah hilir Sub DAS Code berada di Kecamatan Banguntapan sebesar 0,3357 mg/L. Sedangkan konsentrasi Fe paling rendah berada di titik yang ada di Desa Bangunharjo sebesar 0,0306 mg/L.

4.4.2 Mangan (Mn)

a. Bagian Hulu Sub DAS Code

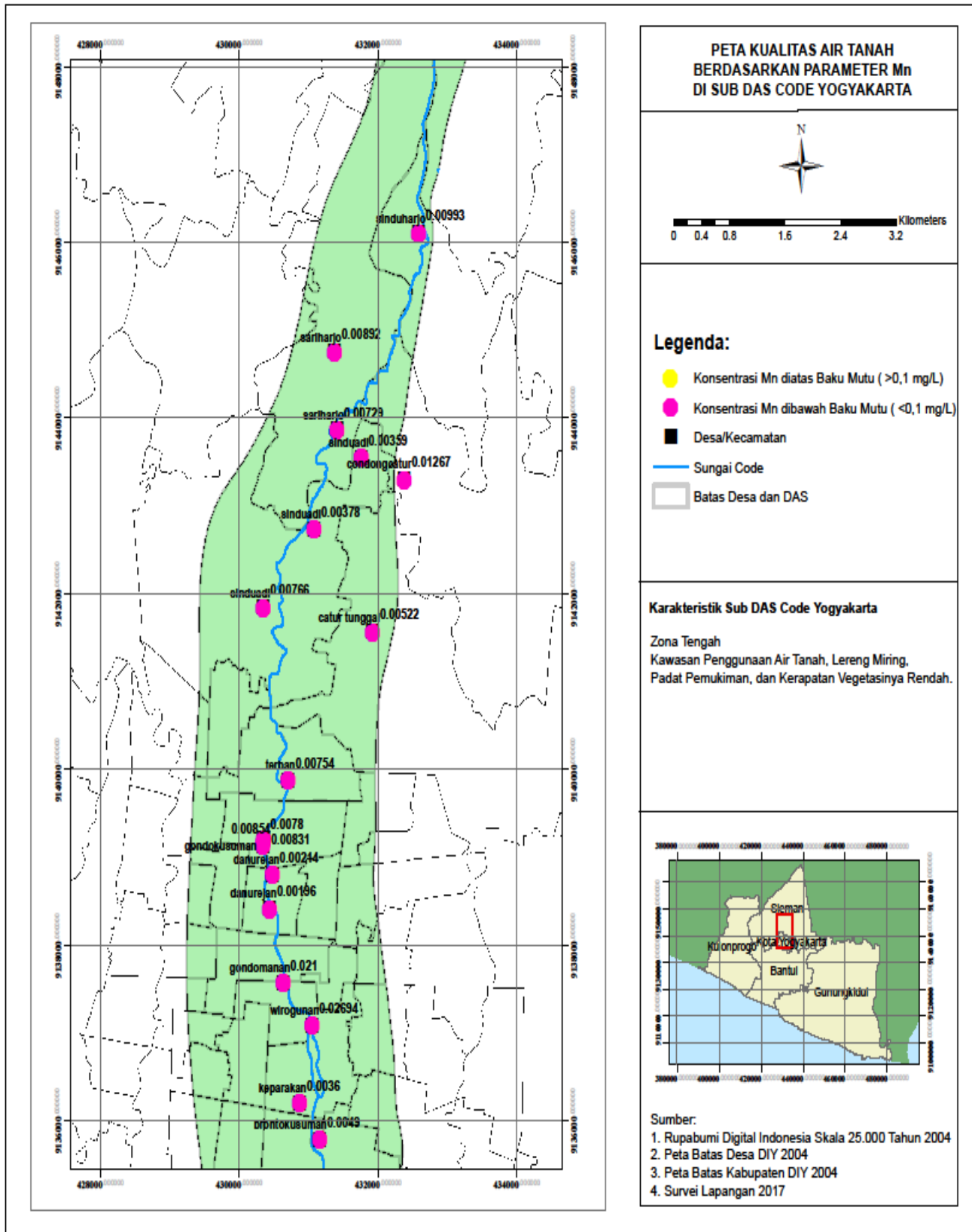
Berikut ini merupakan peta lokasi titik *sampling* beserta konsentrasi Mn di tiap-tiap titiknya yang tersebar di bagian hulu Sub DAS Code :



Sub DAS Code bagian hulu berada di wilayah Kabupaten Sleman. Seperti dapat dilihat pada peta, konsentrasi Mn pada Sub DAS Code bagian hulu hampir seluruhnya berada di bawah baku mutu yaitu 0,1 mg/L disamping terdapat 1 titik dengan konsentrasi melebihi baku mutu. Konsentrasi Mn paling tinggi di wilayah hulu Sub DAS Code berada di titik *sampling* yang ada di Desa Donoharjo sebesar 0,1131 mg/L. Sedangkan konsentrasi Mn paling rendah berada di titik yang ada di Desa Purwobinangun sebesar 0,0002 mg/L.

b. Bagian Tengah Sub DAS Code

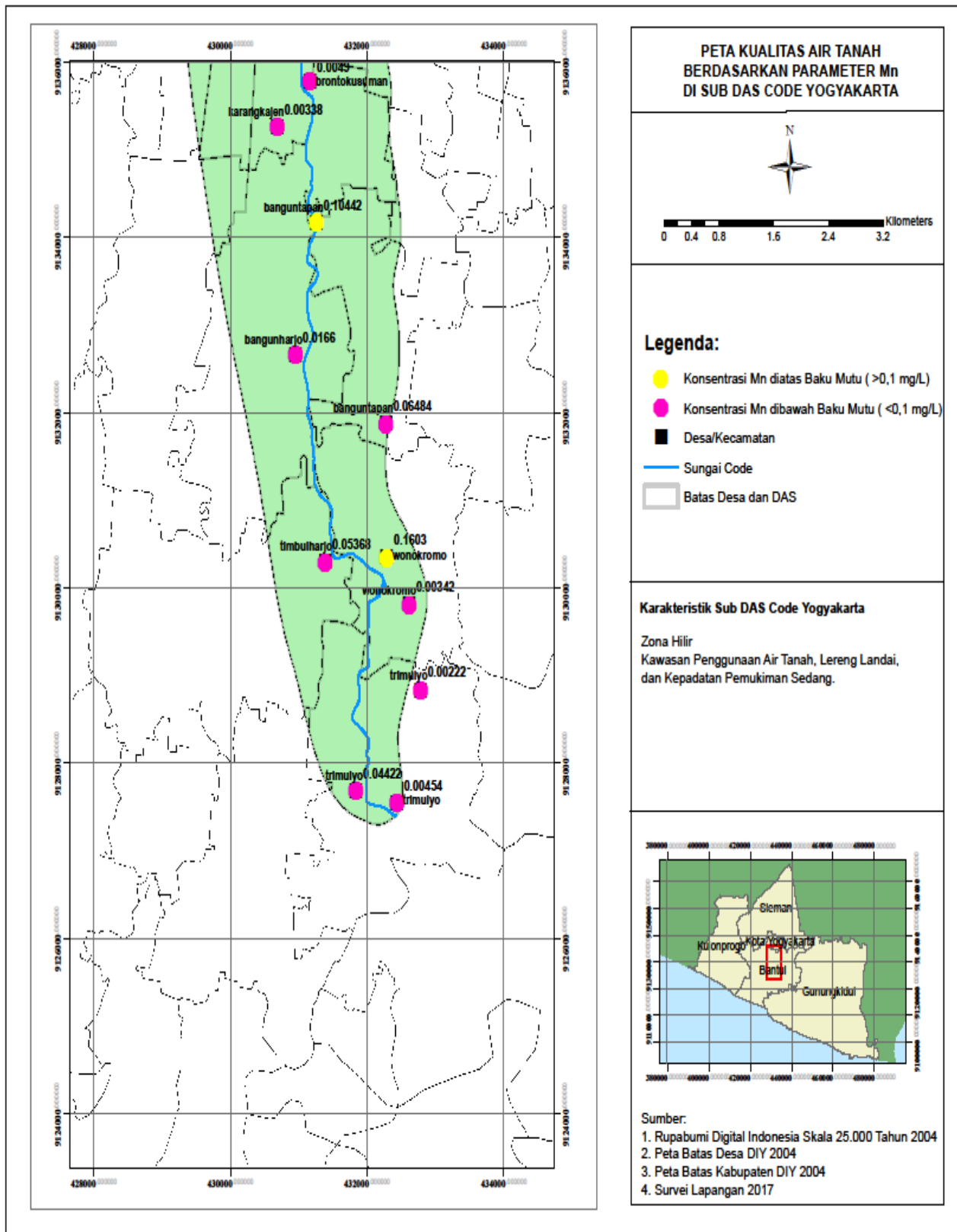
Berikut ini merupakan peta lokasi titik *sampling* beserta konsentrasi Mn di tiap-tiap titiknya yang tersebar di bagian hulu Sub DAS Code :



Sub DAS Code bagian tengah hampir seluruhnya berada di wilayah perkotaan Yogyakarta. Seperti dapat dilihat pada peta, konsentrasi Mn pada Sub DAS Code bagian tengah seluruhnya berada di bawah baku mutu yaitu 0,1 mg/L. Konsentrasi Mn paling tinggi di wilayah tengah Sub DAS Code ada di titik yang berada di Desa Wirogunan sebesar 0,02694 mg/L. Sedangkan konsentrasi Mn paling rendah ada di titik yang berada di Kecamatan Danurejan sebesar 0,00196 mg/L.

c. Bagian Hilir Sub DAS Code

Berikut ini merupakan peta lokasi *sampling* beserta konsentrasi Mn di tiap-tiap titik yang tersebar di bagian hilir Sub DAS Code :



Gambar 4.11 Peta Kualitas Air Tanah di Sub DAS Code Bagian Hilir Berdasarkan Parameter Mn

Sub DAS Code bagian hilir berada di wilayah Kabupaten Bantul. Seperti dapat dilihat pada peta, konsentrasi Mn pada Sub DAS Code bagian hilir juga hampir seluruhnya berada di bawah baku mutu yaitu 0,1 mg/L disamping terdapat 2 titik dengan konsentrasi melebihi baku mutu. Konsentrasi Mn yang melebihi baku mutu di wilayah hilir Sub DAS Code ada di titik yang berada di Kecamatan Banguntapan dan Wonokromo sebesar 0,10442 mg/L dan 0,1603 mg/L. Sedangkan konsentrasi Mn paling rendah ada di titik yang berada di Desa Trimulyo sebesar 0,00222 mg/L.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengamatan dan analisis kualitas air tanah di wilayah Sub DAS Code Yogyakarta adalah sebagai berikut :

1. Hasil pengujian kualitas air tanah dengan parameter Fe diketahui bahwa 1 dari 38 sampel mempunyai kualitas melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
2. Hasil pengujian kualitas air tanah dengan parameter Mn diketahui bahwa 3 dari 38 sampel mempunyai kualitas melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
3. Hasil uji statistik dengan menggunakan analisis korelasi menyatakan bahwa ada pengaruh antara variabel nilai pH, suhu, dan TDS terhadap konsentrasi Fe dan Mn pada air tanah di wilayah Sub DAS Code Yogyakarta.

5.2 Saran

1. Saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan parameter lain yang berhubungan dengan kualitas air sumur yang banyak digunakan oleh warga.
2. Perlu diketahui data tentang kondisi geologis tanah (seperti kondisi kimiawi) di wilayah penelitian agar dapat diketahui kualitas air tanahnya dengan lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Chen, M., Li, J., Qin, X., Zeng, G. 2016. **Impacts Of Human Activity Modes And Climate On Heavy Metal “Spread” In Groundwater Are Biased.** Chemosphere Journal 152 (2016) 439-445.
- Departemen PU Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih.
- Du, X., Li, G., Liu, G., Liang, H., Li, K., Shao, S., Qu, F. 2017. **Removal Of Iron, Manganese and Ammonia from Groundwater Using A PAC-MBR System: The Anti-Pollution Ability, Microbial Population and Membrane Fouling.** Desalination Journal 403 (2017) 97-106.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air.** Yogyakarta : Kanisius.
- Furqon. 2002. **Statistika Terapan untuk Penelitian.** Bandung: Alfabeta.
- Hapsari, D. 2015. **Jurnal Kajian Kualitas Air Sumur Gali dan Perilaku Masyarakat di Sekitar Pabrik Semen Kelurahan Karangtalun Kecamatan Cilacap Utara Kabupaten Cilacap.** Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Volume 7, Nomor 1, Januari 2015 Hal. 01-17.
- Hasan, I. 2006. **Analisis Data Penelitian dengan Statistik.** Jakarta: Bumi Aksara.
- Hastutiningrum, S., Nurmaitawati, E., Purnawan. 2015. **Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Buffle Channel Cascade.** Jurnal Teknik Lingkungan, Maret 2015 Hal. 01-07.
- Hem, J.D. 1970. **Study And Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water.** Washington: United States Government Printing Office.

- Listyani, T., Isjudarto, A. 2013. **Studi Pencemaran Air di Sub Daerah Aliran Sungai Code, Yogyakarta Guna Mendukung Upaya Konservasi Airtanah Pasca Erupsi Merapi 2010**. Jurusan Teknik Geologi dan Teknik Pertambangan. STTNAS Yogyakarta.
- Listyani, T., Isjudarto, A., Prayetno, Putra, R.I. 2012. **Analisis Hidrologi untuk Mendukung Potensi Air Tanah Pada Sub Das Code**. Jurnal Teknik Geologi. STTNAS Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rao, C.S. 1992. **Environmental Pollution Control Engineering**. New Delhi : Wiley Eastern Limited.
- Rayes, Luthfi. 2007. **Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan**. Yogyakarta: Andi.
- Rompas, R.M. 1998. **Kimia Lingkungan**. Bandung : Tarsito.
- Setiyono, A. 2014. **Studi Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali di Desa Karangnunggal Kecamatan Karangnunggal Kabupaten Tasikmalaya**. Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia Vol. 10 No. 1. Fakultas Ilmu Kesehatan UNSIL.
- Situmorang, M. 2007. **Kimia Lingkungan**. Medan : FMIPA-UNIMED.
- Slamet, J.S. 1994. **Kesehatan Lingkungan**. Yogyakarta : Gajahmada University Press.
- Soemitrat, J. 1996. **Kesehatan Lingkungan**. Yogyakarta : Gajahmada University Press.
- Sudadi, P. 2003. **Penentuan Kualitas Air Tanah Melalui Analisis Unsur Kimia Terpilih**. Direktorat Pendayagunaan Air Tanah, Bandung.

- Sutedjo, B. H. S. 2008. **Penentuan Formulasi Persamaan Matematik Pemakaian Airtanah Di Kota Yogyakarta Daerah Istimewa Yogyakarta**. Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 1, No. 1. Jurusan Teknik Geologi UPN “Veteran”, Yogyakarta.
- Wardoyo, S. T. H. 1981. **Kriteria Kualitas Air untuk Evaluasi Pertanian dan Perikanan (Training Analisa Dampak Lingkungan PPLH–UND –PSL IPB)**. Bogor : PPLHUNDD-PSL IPB.
- Warsono, S. 1990. **Survei Konsentrasi Air Tanah Daerah Istimewa Yogyakarta**. Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral. Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Bandung.
- World Health Organization. 2004.