

Kontaminasi Merkuri Pada Air Tanah Di Dusun Sangon II, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta

Oleh :

Erry Sumarjono¹⁾ dan Reza Aryanto²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

²⁾ Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti, Jakarta

Email : erry.sumarjono@itny.ac.id, reza.aryanto@trisakti.ac.id

I. Abstrak

Merkuri adalah salah satu logam berat yang sangat berbahaya diantara logam-logam berat lainnya, yang dapat menimbulkan permasalahan yang serius terhadap kesehatan manusia. Kontaminasi Merkuri di Dusun Sangon II berasal dari dua sumber, yaitu 1. Bijih Emas, yang ditambang oleh Penambang Emas Skala Kecil (PESK) yang mengandung Merkuri alami, 2. Proses pengolahan bijih Emas (amalgamasi) yang menggunakan Merkuri dan menghasilkan limbah yang masih mengandung Merkuri.

Penelitian ini berdasarkan kandungan Merkuri yang terdapat pada sampel air tanah, sampel bijih Emas dan sampel limbah hasil pengolahan, yang dianalisis dengan menggunakan *mercury analyzer Lab 254*, Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada. Metode analisis dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian air tanah terdahulu dan penelitian geologi di daerah tersebut sebelumnya untuk memperoleh kesimpulan sumber Merkuri yang terdapat pada air tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Merkuri pada 3 sampel air tanah mengandung 0,00030 mg/L (S1) pada jarak 550 m, 0,00087 mg/L (S2) pada jarak 200 m dan S 3 = 0,00039 mg/L pada jarak 510 m dari pengolahan bijih Emas. Hasil penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa terdapat kandungan Merkuri dalam air tanah di daerah tersebut. Sampel bijih juga memiliki kandungan Merkuri, SBj = 0,28 mg/L dan SBj 2 = 0,14181 mg/Kg dan sampel limbah mengandung Merkuri sebanyak 0,99994 mg/L (SLi).

Sumber keterdapatannya Merkuri dalam air tanah lebih didominasi oleh keberadaan Merkuri di dalam bijih Emas dibandingkan dengan Merkuri yang berasal dari limbah hasil pengolahan, karena reaksi kimia antara Merkuri dalam bijih dengan mineral sulfida yang terdapat di daerah tersebut akan menghasilkan Merkuri dalam bentuk ion, reaksi tersebut dapat merubah bentuk Merkuri elemen (Hg(0)) menjadi bentuk lain, misalnya ; Hg(1) atau Hg (II) dan Merkuri di dalam air tanah adalah dalam bentuk ion.

II. Pendahuluan

Merkuri adalah unsur kimia logam yang digolongkan sebagai salah satu logam berat yang sangat beracun dan berbahaya bagi manusia dan lingkungan hidup. Merkuri dalam bentuk senyawanya bersifat sangat toksik, dapat menimbulkan bahaya terhadap kesehatan manusia, satwa dan ekosistem. Siklus hidrologi dapat menyebabkan Merkuri masuk ke dalam air tanah (*International Pops Elimination Network.*, 2009). dan peningkatan kandungan Merkuri dalam air tanah dapat menyebabkan penurunan kualitas air tanah yang dapat mengakibatkan perubahan/penurunan kelas air (Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001).

Merkuri merupakan jenis logam berat yang memiliki sifat sangat toksik, jika dibandingkan dengan logam berat lainnya (Hellawel., 1986 dalam Effendi, Hefni., 2003). Merkuri memiliki sifat-sifat kimia dan fisika yaitu tidak mudah dioksidasi, tahan terhadap udara, uapnya sangat beracun, dapat melarutkan semua logam kecuali Platina, Nikel dan Besi, berat jenisnya $13,6 \text{ gr/cm}^3$, tahanan jenisnya $0,95 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$, koefisien suhu tahanan $0,00027$ (Sukandarrumidi., 2009). Pelarut-pelarut umum, misalnya air dan aseton sukar untuk melarutkan Merkuri, pada suhu 40°C kelarutan merkuri dalam air $0,002 \text{ ppm}$ (Hutagalung, Horas, P., 1985). Kadar Merkuri dalam perairan air tawar secara alami sangat kecil berkisar antara $10\text{--}100 \text{ ng/L}$ (Effendi, Hefni., 2003).

Cinnabar (HgS) adalah salah satu bahan galian untuk mendapatkan Merkuri (Sukandarrumidi., 2009), mineral tersebut memiliki sifat sukar larut dalam air, tetapi jika pada suatu daerah terdapat proses secara alami yang terjadi misalnya pelapukan batuan dan erosi tanah dapat menyebabkan Merkuri yang terdapat dalam Cinnabar tersebut dapat terlepas ke dalam lingkungan air. Cinnabar (HgS) merupakan salah satu mineral di alam sebagai sumber alami Merkuri yang paling banyak ditemukan (Effendi, Hefni., 2003). Merkuri juga dapat ditemukan bersama-sama dalam mineral-mineral sulfida misalnya ; Sphalerite (ZnS), Wurtzite (ZnS), Chalcopyrite (CuFeS) dan Galena (PbS) (Herman, Danny Zulkifli., 2006).

Keterdapatn kandungan Merkuri dalam air tanah di Dusun Sangon II, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo berasal dari dua sumber yaitu : 1. Bijih Emas, yang ditambang oleh Penambang Emas Skala Kecil (PESK) yang mengandung Merkuri alamiah, 2. Proses pengolahan bijih Emas (amalgamasi) yang menggunakan Merkuri untuk mengikat Emas menjadi amalgam (Au-Hg) menghasilkan limbah/*tailing* yang masih mengandung Merkuri. Penambang bijih Emas tradisional di Dusun Sangon II Kalirejo, Kokap, Daerah Istimewa Yogyakarta, menggunakan metode amalgamasi dari Tahun 1990-an sampai dengan Tahun 2017-an, untuk mendapatkan Emas dari bijihnya. Air tanah yang terdapat di Dusun Sangon II menurut keberadaanya termasuk ke dalam air tanah dalam sistem akuifer bebas yang memiliki kedalaman 5-6 meter dari permukaan tanah, digunakan oleh penduduk sekitar untuk keperluan konsumsi sehari-hari misalnya memasak, air minum, mandi dan cuci.

III. Geologi Regional Dan Topografi Daerah Penelitian

Pegunungan Kulonprogo memiliki bentuk kubah atau *dome* persegi panjang dengan sumbu panjang kubah (± 32 Km) berarah Selatan–Barat Daya–Utara–Timur Laut, sedangkan sumbu pendek (± 20 Km) berarah Barat–Barat Laut–Timur Tenggara (Gambar 1.). Bagian atas kubah Pegunungan Kulonprogo yang berada pada ketinggian 859 m dpl disebut *Plato Jonggrangan*. Pegunungan Kulonprogo merupakan bagian dari Kompleks Pegunungan Serayu Selatan yang terletak di ujung bagian Timur, dengan arah hampir Selatan–Utara atau Barat Daya–Timur Laut. Arah Pegunungan Kulonprogo tersebut berbeda dengan arah umum Kompleks Pegunungan Serayu Selatan yang berarah Barat-Timur (Anshori, Chusni., Hastria, Defry., 2013).

Secara fisiografis Pegunungan Kulonprogo termasuk ke dalam *dome* atau bagian tengah zona depresi yang berada di bagian timur zona Pegunungan Serayu Selatan dengan arah yang agak berbeda, mengarah Barat Daya–Timur Laut dari arah umum Barat–Timur. Bentuk wilayah ini diakibatkan oleh proses periode tektonik yang berbeda dengan melibatkan formasi-formasi batuan yang berlainan dan tektonik aktif yang terlihat dari pola deformasinya (Anshori, Chusni., Hastria, Defry., 2013), sedangkan kondisi topografi daerah penelitian adalah daerah perbukitan dengan ketinggian titik lokasi

pengolahan amalgamasi ± 150 m dpl dan titik pengambilan sampel air tanah berada pada ketinggian ± 110 m dpl dan ± 56 m-58 m dpl (Lihat Gambar 2.)

IV. Metodologi

Metode penelitian dilakukan dengan mengambil sampel geokimia dari 3 sampel air tanah yang didapatkan dari sumur yang digunakan untuk keperluan sehari-hari oleh penduduk setempat dan dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan *Mercury Analyzer Lab 254* di Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada. Validasi pengambilan data dilakukan dengan berdasarkan ketentuan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 01 Tahun 2010, mengenai prioritas lokasi tes lapangan/pengambilan sampel untuk lokasi sumber tertentu (*point sources*). Kegiatan validasi data dilakukan dengan tinjauan langsung ke lapangan untuk melakukan pengamatan tentang kondisi topografi daerah dan kondisi geologi daerah penelitian. Penelitian dibandingkan dengan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya pada daerah penelitian yang sama.

V. Hasil Penelitian

Data Primer

Sampel air tanah pada penelitian ini diambil pada titik-titik di dekat aliran sungai, penduduk sekitar aliran sungai membuat sumur-sumur pemboran di dekat aliran sungai/sumur gali yang berasal dari bekas lubang tambang/*shaft* penambangan bijih emas yang telah ditinggalkan (Tabel 1.). Kandungan Merkuri pada air limbah hasil pengolahan amalgamasi terdapat pada Tabel 2. dan kandungan Merkuri pada Bijih Emas yang ditambang terdapat pada Tabel 3.

Data Sekunder

Penelitian air tanah di Dusun Sangon II juga dilakukan oleh Agus Suyono, untuk menyelesaikan Skripsi di Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta pada tahun 2010 (Tabel 4.). Kandungan Merkuri pada air limbah dan Bijih Emas pada penelitian tahun 2005 oleh Bambang Tjahjono Setiabudi (Tabel 5. dan Tabel 6.). Data yang didapatkan sebagai sumber data sekunder lainnya adalah kandungan merkuri dalam bijih di Sangon adalah 14,15 ppm dan

kandungan merkuri dalam air limbah adalah 0,8 – 6,9 ppm (Suprpto, Sabtanto Joko., 2006).

VI. Diskusi dan Pembahasan

Bahan kimia yang paling efisien dan umum digunakan untuk pengolahan bijih Emas adalah Merkuri, sehingga dapat menyebabkan meluasnya penyebaran Merkuri di lingkungan (Sugianti, Titin., Sudjudi dan Syahri., 2014). Kegiatan industri manusia dapat menyebabkan peningkatan kadar Merkuri di lingkungan, merupakan faktor non-alamiah yang mengontrol penyebaran Merkuri melebihi baku mutu lingkungan hidup (Fahmi, Fraga Luzmi., Budianta, Wawan., Idrus, Arifudin., 2014). Faktor alamiah yang mempengaruhi penyebaran Merkuri adalah proses geologi. Proses geologi yang terjadi di alam dapat mengubah tatanan geokimia suatu daerah dan siklus hidrologi dapat membantu mekanisme penyebaran zat pencemar. Merkuri masuk ke dalam batuan dan air tanah dikontrol oleh penyebaran urat-urat kuarsa yang berasal dari proses mineralisasi hidrotermal (Fahmi, Fraga Luzmi., Budianta, Wawan., Idrus, Arifudin., 2014).

Air tanah pada suatu wilayah yang terdapat pengolahan amalgamasi dapat mengalami pencemaran oleh Merkuri. Dampak minimum yang dapat terjadi pada daerah tersebut adalah adanya kandungan Merkuri dalam batas-batas tertentu pada air tanahnya. Hal tersebut dapat terjadi disebabkan proses penyebaran Merkuri dapat terjadi, apabila Merkuri yang terdapat pada tanah, udara atau aliran permukaan masuk ke dalam tanah. Air yang mengandung Merkuri meresap atau mengalir melalui pori-pori batuan, bidang-bidang lemah berupa kekar, perlapisan dan sesar yang dapat menjadi media masuknya Merkuri ke dalam tanah (Gambar 3.).

Kandungan Merkuri dalam air tanah pada penelitian ini didapatkan sampel S1 0,00030 mg/L (ppm), sampel S2 0,00087 mg/L (ppm) dan sampel S3 0,00039 mg/L (ppm). Ditinjau dari baku mutu kelas air, air tanah ini digunakan untuk kebutuhan konsumsi penduduk setempat, sehingga digunakan baku mutu air Kelas I, yaitu 0,001 mg/L. Sampel S2 yang diambil dari jarak 200 m dari sumber pencemar dan < 20 m dari aliran

sungai memiliki kandungan Merkuri terbesar yaitu 0,00087 mg/L, sedangkan sampel S1 dan S3 diambil berdekatan lokasinya, dekat dengan titik pertemuan Sungai Sangon II dan Sungai Plampang, berjarak ± 500 m dari titik sumber pencemar dan < 5 m dari aliran sungai, memiliki kandungan yang hampir sama yaitu 0,00030 mg/L dan 0,00039 mg/L. Sampel S2 yang memiliki kandungan Merkuri 0,00087 mg/L mendekati baku mutu yang ditetapkan

Ditinjau dari apakah air tanah di Dusun Sangon II telah tercemari polutan atau tidak, Thornton et al., 1995 menyatakan bahwa terdapat perbedaan definisi antara polusi dan kontaminasi, polusi adalah suatu proses yang menyebabkan keracunan, penurunan kualitas lingkungan, kerusakan terhadap infrastruktur dan membahayakan bagi kesehatan manusia, sedangkan kontaminasi adalah suatu proses yang tidak menimbulkan akibat yang membahayakan lingkungan (Lottermoser, Bernd G., 2010). Berdasarkan data-data primer dan data-data penelitian terdahulu yang didapatkan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa air tanah di dusun tersebut termasuk dalam kondisi terkontaminasi, meskipun kandungan Merkuri di dalam air tanah masih jauh di bawah ambang batas, tetapi terdapat kandungan Merkuri dalam air tanahnya.

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan peneliti-peneliti terdahulu menyatakan bahwa sifat penyebaran Merkuri akibat adanya pengolahan bijih Emas di daerah Sangon masih bersifat lokal.. Denni Widhiyatna., dkk mengemukakan hal yang sama dengan Bambang Thahjono Setiabudi, bahwa penyebaran Merkuri akibat usaha pertambangan Emas rakyat di Daerah Sangon diperkirakan masih bersifat lokal, tetapi Denni Widhiyatna., dkk. lebih menekankan bahwa sifat kelokalan penyebaran Merkuri tersebut dipengaruhi oleh kemampuan dispersi Merkuri tersebut, selain itu dikemukakan juga bahwa pengelompokan konsentrasi Merkuri yang tinggi ditemukan pada daerah pengolahan bijih Emas (Widhiyatna, Denni., Hutamadi, R., Ahdiah, Asep., 2006). Dalam penelitian Bambang Thahjono Setiabudi tahun 2005 juga mengemukakan bahwa, sifat penyebaran Merkuri akibat usaha pertambangan Emas rakyat di daerah Sangon, Kalirejo diperkirakan masih dalam skala lokal, tetapi untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan yang lebih besar maka hal tersebut perlu mendapatkan perhatian yang lebih besar

Penelitian-penelitian untuk mengetahui mineral-mineral yang ada di batuan daerah Sangon dilakukan oleh Agus Harjanto dari Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, selain itu penelitian terhadap sayatan petrografi batuan juga dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwinder Renata Tapilatu dari Teknik Geologi Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Menurut peneliti, berdasarkan hasil penelitian tersebut terdapat perbedaan-perbedaan hasil analisis petrografi dari kedua penelitian tersebut terhadap batuan andesit di Daerah Sangon.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agus Harjanto, andesit hornblena pembentuk batuan di Daerah Sangon berwarna abu-abu, sebagian telah mengalami ubahan lemah–kuat sehingga warnanya abu-abu kehijauan, memiliki struktur massif dan sebagian sudah terkekarkan (lebar 1–2 mm). Mineral pirit, kalkopirit, kuarsa dan terdapat sebagian mineralisasi mengisi kekar–kekar tersebut. Contoh batuan andesit hornblende yang sebagian mengalami ubahan dan pada beberapa tempat dapat ditemukan urat-urat kuarsa, menghasilkan himpunan mineral sekunder antara lain kuarsa, klorit, aktinolit, kalsit dan karbonat. Mineral penyusun andesit tersebut adalah plagioklas, hornblende, kuarsa, K–feldspar, biotit dan mineral opak. Hasil petrografi menyatakan bahwa mineral opak yang mengisi urat-urat adalah hematit, pirit, kalkopirit, sfalerit, galena dan mineral opak berasosiasi dengan klorit dan aktinolit (Harjanto, Agus., 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwinder Renata Tapilatu, menyatakan hasil analisis petrografi terhadap batuan di Daerah Sangon menunjukkan bahwa terdapat mineral–mineral kunci dalam batuan tersebut antara lain klorit, epidot dan karbonat. Mineralisasi Emas dan asosiasinya pada batuan di Daerah Sangon tersebut mengalami ubahan dan menghasilkan alterasi bertipe propilitik. Menurut penelitian tersebut yang didasarkan pada pendapat Creasy., 1966 ; Lowel dan Guilbert., 1970 ; Lindgren., 1933; Krauskoff dan Garlick., 1979 dalam Jensen dan Bateman., 1981, menyatakan bahwa mineral–mineral kunci tersebut menunjukkan alterasi bertipe propilitik dan tipe propilitik tersebut masuk ke dalam sistem hidrotermal jenis mesotermal (Purnamawati, Dwi Endah., Tapilatu, Stiwinder Renata., 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwinder Renata Tapilatu, menyatakan hasil analisis petrografi terhadap batuan di Daerah Sangon menunjukkan bahwa terdapat mineral–mineral kunci dalam batuan tersebut antara lain klorit, epidot dan karbonat. Mineralisasi Emas dan asosiasinya pada batuan di Daerah Sangon tersebut mengalami ubahan dan menghasilkan alterasi bertipe propilitik. Menurut penelitian tersebut yang didasarkan pada pendapat Creasy., 1966 ; Lowel dan Guilbert., 1970 ; Lindgren., 1933; Krauskoff dan Garlick., 1979, Jensen dan Bateman., 1981, menyatakan bahwa mineral–mineral kunci tersebut menunjukkan alterasi bertipe propilitik dan tipe propilitik tersebut masuk ke dalam sistem hidrotermal jenis mesotermal (Purnamawati, Dwi Endah., Tapilatu, Stiwinder Renata., 2012).

Perbedaan dalam penelitian tersebut menurut peneliti adalah proses pembentukan mineral–mineral yang terdapat dalam batuan di daerah penelitian tersebut. Dibandingkan dengan penelitian–penelitian mengenai keterdapatan Merkuri dalam bijih/batuan di daerah Sangon. Hasil uji laboratorium pada penelitian ini menyatakan bahwa terdapat kandungan Merkuri dalam bijih yaitu 0,28 mg/Kg dan 0,14181 mg/Kg. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Bambang Thahjono Setiabudi yang menyatakan bahwa terdapat kandungan Merkuri dalam batuan di daerah Sangon yaitu 92 ppm dan 18 ppm. Makalah ilmiah yang lain oleh Sabtanto Joko Suprpto juga terdapat Merkuri dalam batuan di daerah tersebut yaitu 14,15 ppm.

Keterdapatan Merkuri dalam batuan/dalam bijih di Sangon dapat ditinjau berdasarkan teori yang dikemukakan Lindgren., 1933 (Isjudarto, A., 2009), bahwa Merkuri dapat terbentuk pada proses diferensiasi magma pada tahapan epitermal atau tahapan akhir proses hidrotermal. Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Indah Purnamawati dan Stiwinder Renata Tapilatu pada tahun 2012, menyatakan bahwa batuan tersebut terbentuk pada tahapan mesotermal, sementara hasil uji laboratorium pada beberapa penelitian menyatakan bahwa dalam bijih/batuan terdapat kandungan Merkuri dan menurut klasifikasi yang dikemukakan Lindgren., 1933, kehadiran Merkuri terdapat pada tahapan epitermal, pada tahapan mesotermal tidak didapati Merkuri, meskipun pada penelitian tersebut dinyatakan bahwa terdapat mineral kunci yaitu klorit dan

karbonat sebagai tanda tahapan mesotermal, tetapi klorit dan karbonat juga dapat hadir dalam tahapan epitermal.

Ditinjau dengan penelitian yang dilakukan oleh Agus Harjanto, hasil analisis petrografi pada batuan Daerah Sangon terdapat mineral-mineral opak yang hadir mengisi urat-urat antara lain hematit, pirit, kalkopirit, sfalerit dan galena. Kehadiran sfalerit dan galena memang dapat terjadi pada dua tahapan sistem hidrotermal yaitu mesotermal dan epitermal, tetapi pada tahapan mesotermal tidak akan didapati kehadiran Merkuri. Menurut klasifikasi sistem hidrotermal dari Lindgren., 1933, Merkuri hanya terbentuk pada proses epitermal. Hal tersebut juga sesuai dengan pendapat No-votny dan Olem., 1994 (Effendi, Hefni., 2003), bahwa sumber Merkuri alami yang paling umum adalah cinnabar (HgS), tetapi Merkuri juga dapat terdapat pada mineral-mineral sulfida misalnya sfalerit (ZnS), wurtzite (ZnS), kalkopirit (CuFeS) dan galena (PbS). Berdasarkan penelitian petrografi Agus Harjanto pada tahun 2011, memang tidak dinyatakan adanya cinnabar dalam sayatan petrografi, tetapi terdapatnya sfalerit dan galena (Harjanto, Agus., 2011), secara teori, dapat memperkuat adanya Merkuri di formasi batuan di Daerah Sangon tersebut, karena Merkuri dapat muncul bersama dengan keberadaan sfalerit dan galena.

Merkuri dalam air tanah dapat dianalisis berdasarkan sifat-sifat yang dimiliki oleh Merkuri. Merkuri memiliki potensial oksidasi yang rendah (0,799 volt), hal tersebut menyebabkan Merkuri tidak dapat bereaksi dengan oksigen pada suhu kamar dan tahan terhadap korosi. Merkuri tidak dapat bereaksi dengan air, uap, alkalis dan asam-asam yang bukan oksidator kuat, tetapi merkuri dapat bereaksi dengan cepat jika bertemu dengan gas-gas Cl_2 , S, Br_2 , J_2 dan N_2O . Pelarut-pelarut umum, misalnya air dan aseton sukar untuk melarutkan Merkuri, pada suhu 40°C kelarutan merkuri dalam air 0,002 ppm (Hutagalung, Horas, P., 1985). Dengan demikian, Merkuri yang terdapat dalam air tanah tidak dalam bentuk logam, tetapi berbentuk ion., sedangkan Merkuri dalam bentuk ion merupakan hasil Merkuri (CH_3Hg^+) adalah suatu proses biogeokimia yang kompleks, proses perubahan tersebut sedikitnya membutuhkan dua langkah yaitu proses oksidasi dari Hg^0 menjadi Hg^{2+} , diikuti dengan perubahan bentuk dari Hg^{2+} menjadi

CH_3Hg^+ . Perubahan bentuk dari Hg^{2+} menjadi CH_3Hg^+ dinamakan *methylation* (Alpers, Charles N., Hunerlach, Michael P., 2000).

Air sukar melarutkan Merkuri, Merkuri dapat larut ke dalam air dengan suhu 40°C dengan kelarutan sebesar 0,002 ppm, sedangkan suhu air tanah di daerah penelitian tidak akan mencapai suhu tersebut, karena daerah tersebut tidak terdapat aktivitas vulkanik yang dapat menyebabkan peningkatan suhu sampai 40°C . Jika air sukar melarutkan Merkuri, maka terdapat hal lain yang menyebabkan Merkuri terdapat sebagai ion dalam air tanah. Merkuri dapat bereaksi dengan cepat jika bertemu dengan unsur S (sulfida), sedangkan mineralisasi Emas di Sangon tersebar tidak merata dalam urat kuarsa yang mengandung sulfida dan kadang-kadang berasosiasi dengan lempung ubahan filik-argilik yang penyebarannya dikontrol oleh bidang-bidang rekahan membentuk *stockwork veins*. Urat kuarsa dengan tebal bervariasi $< 1 \text{ cm} - 50 \text{ cm}$, membentuk jalur mineralisasi umumnya berarah $\text{N } 60^\circ \text{ E} - \text{N } 110^\circ \text{ E}$ dengan kemiringan $70^\circ - 80^\circ$ (Gunawan, dr., 2001 dalam Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005).

Hal tersebut menjelaskan bahwa di dalam urat-urat kuarsa terdapat kandungan sulfida yang dapat bereaksi dengan Merkuri yang terdapat dalam bijih dan Merkuri dapat berubah menjadi Merkuri dalam bentuk ion dalam air tanah. Hal tersebut dapat memberikan kesimpulan bahwa Merkuri yang terdapat dalam air tanah dikontrol oleh Merkuri yang terdapat dalam bijih melalui reaksi biogeokimia yang kompleks dan tersebar melalui kekar-kekar dan urat-urat kuarsa ke dalam air tanah. Selain itu, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan, bahwa peningkatan kandungan merkuri dalam air tanah selama kurun waktu 7 tahun (penelitian Tahun 2010 dan 2017), menunjukkan bahwa kandungan Merkuri dalam air tanah relatif sama, meskipun terdapat sedikit peningkatan kandungan Merkuri. Hal tersebut menunjukkan, bahwa proses amalgamasi yang terus menerus dilakukan selama kurun waktu tersebut, dengan proses pembuangan limbah yang mengandung Merkuri tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kandungan Merkuri dalam air tanah di daerah tersebut.

VII. Kesimpulan

1. Air tanah yang terdapat di Dusun Sangon II dalam kondisi terkontaminasi Merkuri, meskipun kondisi air tanah masih berada di bawah Baku Mutu Air Kelas I (untuk air minum/konsumsi).
2. Sumber keterdapatannya Merkuri dalam air tanah tersebut lebih didominasi oleh adanya kandungan Merkuri yang terdapat dalam bijih Emas yang dapat bereaksi dengan mineral-mineral sulfida yang terdapat dalam batuan dan bijih di daerah tersebut, karena berdasarkan sifat kimia Merkuri yang sukar untuk larut dalam air dan kondisi daerah tersebut tidak memungkinkan Merkuri yang terdapat dalam limbah pengolahan amalgamasi (Merkuri elemen, $Hg(0)$) berubah menjadi ion Hg^+ atau Hg^{2+} .
3. Penyebaran Merkuri di daerah tersebut masih bersifat lokal, meskipun untuk air tanah, kandungan Merkuri dalam limbah pengolahan amalgamasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan, tetapi Merkuri merupakan logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungan hidup, karena akibat negatif yang ditimbulkan Merkuri tidak dapat dibatasi oleh batas suatu wilayah, maka diharapkan dikembangkan pengolahan bijih Emas dengan metode lain yang lebih ramah lingkungan.

VIII. Acknowledgement

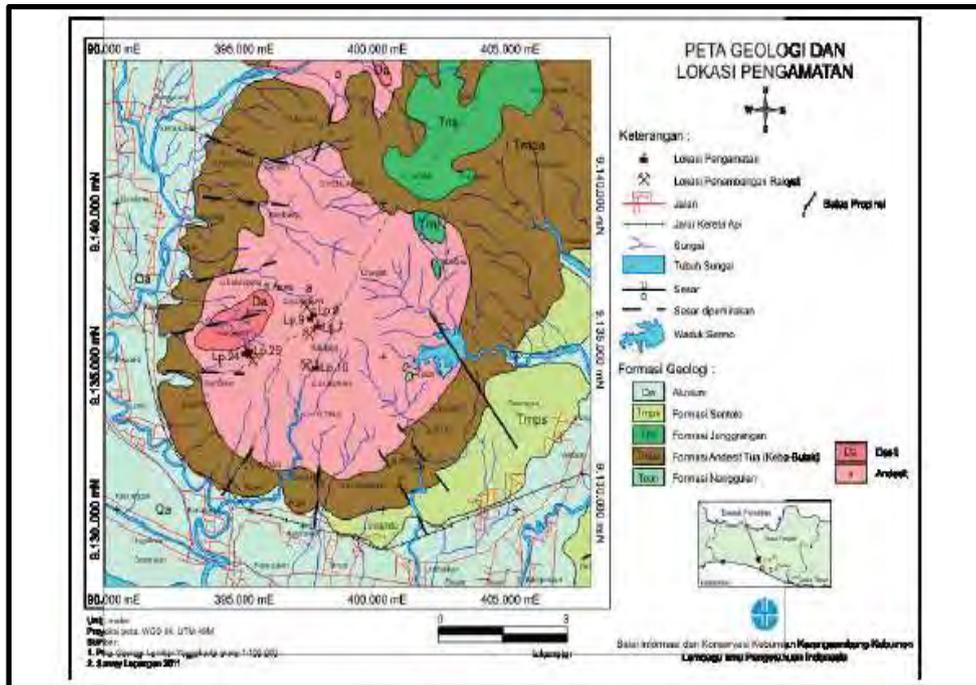
Data-data dalam penulisan ini sebagian diambil dari data Tesis sewaktu penulis menyelesaikan Program Magister Teknik Pertambangan di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. Gunawan Nusanto, M.T., Ir. Suyono, M.S., Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc., Ph.D., dan Ir. Untung Sukamto, M.T., serta Dr. Ir. Barlian Dwinagara, M.T., untuk saran dan masukannya sehingga mendukung terselesaikannya tulisan ini.

IX. Daftar Pustaka

- Alpers, Charles N., Hunerlach, Michael P., 2000, *Mercury Contamination from Historic Gold Mining in California*, USGS Fact Sheet FS-061-00, U.S. Geological Survey, Page 5.
- Anshori, Chusni., Hastria, Defry., 2013, *Studi Alterasi Dan Mineralisasi Di Sekitar Gunung Agung Kabupaten Kulonprogo – Purworejo*, Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung LIPI – Kebumen, Buletin Sumber Daya Geologi Volume 8 Nomor 2 – 2013.
- Effendi, Hefni., 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber daya Dan Lingkungan Perairan*, Penerbit P.T. Kanisius, Yogyakarta, Hal 42 – 47, 94 – 97, 179 – 182, 195 – 198
- Fahmi, Fraga Luzmi., Budianta, Wawan., Idrus, Arifudin., 2014, *Dampak Pencemaran Merkuri Terhadap Media Geologi Pada Pertambangan Rakyat di Banyumas, Jawa Tengah*, Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-7, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, 30 – 31 Oktober 2014, Yogyakarta.
- Harjanto, Agus., 2011, *Petrologi Dan Geokimia Batuan Vulkanik Di Daerah Kulonprogo Dan Sekitarnya Daerah Istimewa Yogyakarta*, Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jurnal Ilmiah MTG. Vol. 4, No. 1, Januari 2011.
- Herman, Danny Zulkifli., 2006, *Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dari Sisa Pengolahan Bijih Logam*, Pusat Sumber Daya Geologi, Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1, No. 1, Maret 2006, Hal 31 – 36.
- Hutagalung, Horas, P., 1985, *Raksa (Hg)*, Oseana, Volume X, Nomor 3 : 93-105, Pusat Penelitian Ekologi Laut, Lembaga Oseanologi Nasional, LIPI, Jakarta, Hal 93-105.
- International Pops Elimination Network*, 2009, Pandangan IPEN terhadap Perjanjian Global tentang Merkuri, www.ipen.org, diakses tanggal 19 Mei 2016.
- Isjudarto, A., 2009, *Hubungan Tektonik Pembentukan Kubah Kulonprogo Dengan Terdapatnya Endapan Mineral Logam Di Daerah Kokap Kulonprogo*, Prosiding Seminar Nasional Ke- 4 Tahun 2009, Rekayasa Teknologi Dan Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Yogyakarta. Hal 205 – 211.
- Lottermoser, Bernd G., 2010, *Mine Waste Characterization, Treatment And Enviromental Impacts, 3rd Edition*, Springer, Page 22.
- Purnamawati, Dwi Endah., Tapilatu, Stiwinder Renata., 2012, *Genesa Dan Kelimpahan Mineral Logam Emas Dan Asosiasinya Berdasarkan Analisis Petrografi Dan Atomic Absorbsion Spectrophotometry (AAS) Di Daerah Sangon Kabupaten*

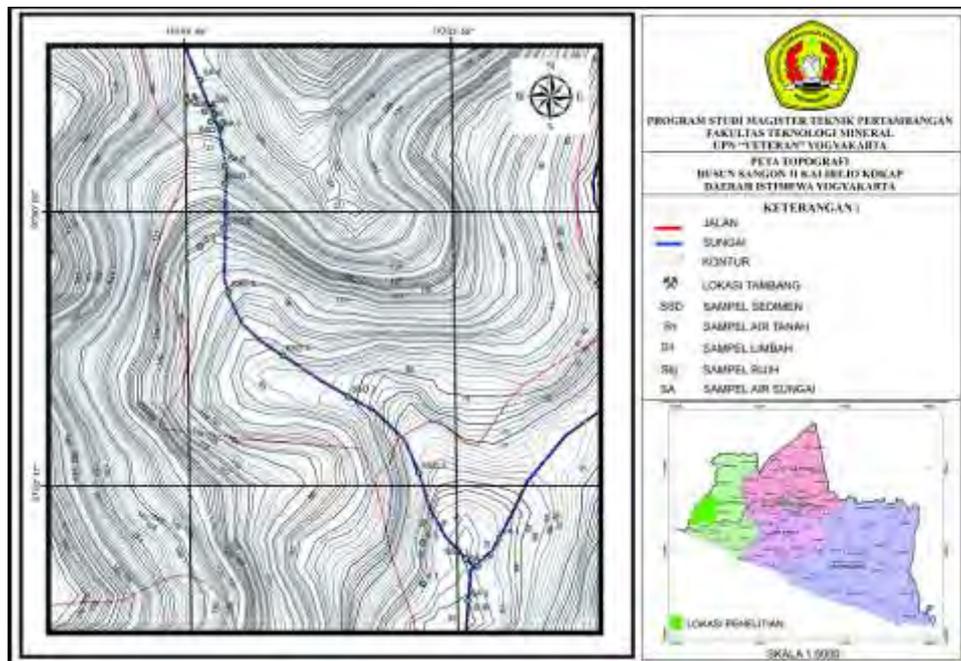
- Kulonprogo Propinsi DIY*, Jurnal Teknologi, Volume 5 Nomor 2, Desember 2012.
- Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005, *Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta*, Subdit Konservasi, Kolokium Hasil Lapangan-DIM, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Sugianti, Titin., Sudjudi dan Syahri, 2014, *Penyebaran Cemaran Merkuri pada Tanah Sawah Dampak Pengolahan Emas Tradisional di Pulau Lombok NTB*, Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, ISBN : 979-587-529-9, Palembang 26 – 27 September 2014
- Sukandarrumidi, 2009, *Geologi Mineral Logam*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sumarjono, Erry., 2018, *Kajian Penyebaran Merkuri Pada Sedimen Sungai Dan Air Tanah Akibat Limbah Pengolahan Biji Emas Dengan Amalgamsi Di Sungai Sangon II Dusun Sangon II Kalirejo Kokap Daerah Istimewa Yogyakarta*, Tesis, Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Suprpto, Sabtando Joko., 2006, Sumber Daya Emas Primer Skala Kecil Untuk Pengembangan Wilayah Pertambangan Rakyat Dengan *Konsep Custom Mill*, Buletin Sumber Daya Geologi Volume 1 Nomor 3 – 2006, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, Hal 5, 7 dan 8.
- Suyono, Agus., 2011, *Dampak Penggunaan Hg Pada Penambangan Emas Rakyat Terhadap Lingkungan (Studi Kasus Di Desa Sangon Kelurahan Kalirejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo Provinsi DIY*, Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.
- Widhiyatna, Denni., Tjahjono, Bambang., Gunrady, Rudy., 2005, *Pendataan Sebaran Merkuri di Daerah Cineam, Kab. Tasikmalaya dan Sangon, Kab. Kulonprogo, DI Yogyakarta*, Subdit Konservasi, Kolokium Hasil Lapangan – DIM 2005, Pusat Sumberdaya Geologi, Bandung.
- “-----“, 2001, *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001*, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Sekretaris Negara Republik Indonesia, Lembaran Negara Republik Indonesia 1461.
- “-----“, 2010, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 01 Tahun 2010*, tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, Deputy MENLH Bidang Penataan Lingkungan

GAMBAR



Sumber : Ansori, Chusni., Hastria, Defry., 2013

Gambar 1. Peta Geologi Kubah Kulonprogo, berdasarkan Peta Geologi Lembar Yogyakarta (Rahardjo dkk., 1977)



Sumber : Sumarjono, Erry., 2018

Gambar 2. Topografi Daerah Penelitian

Tabel 1.
Kandungan Merkuri Pada Air Tanah

No	Kode Sampel	Koordinat		Kadar Hg (mg/L)	Metode Uji Laboratorium
		S	E		
1	S 1	07 ^o 50' 18,6"	110 ^o 03' 53,4"	0,00030	Mercury Analyzer
2	S 2	07 ^o 50' 06,3"	110 ^o 03' 45,4"	0,00087	Mercury Analyzer
3	S 3	07 ^o 50' 17,1"	110 ^o 03' 53,4"	0,00039	Mercury Analyzer

Tabel 2.
Kandungan Merkuri Pada Air Limbah

No	Kode Sampel	Koordinat		Kadar Hg (mg/L)	Metode Uji Laboratorium
		S	E		
1	SLi	07 ^o 50 ' 01,5"	110 ^o 03' 45,9"	0,99994	Mercury Analyzer

Tabel 3.
Kandungan Merkuri Pada Bijih

No	Kode Sampel	Koordinat		Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
		S	E		
1	SBj	07 ^o 50 ' 01,5"	110 ^o 03' 45,9"	0,28	Mercury Analyzer
2	SBj 2	07 ^o 50 ' 01,5"	110 ^o 03' 45,9"	0,14181	Mercury Analyzer

Tabel 4.
Kandungan Merkuri Air Tanah Penelitian Tahun 2010

No	Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	I	0,00019	<i>Mercury Analyzer</i>
2	II	0,00018	<i>Mercury Analyzer</i>
3	III	0,00020	<i>Mercury Analyzer</i>
4	IV	0,00023	<i>Mercury Analyzer</i>
5	V	0,00029	<i>Mercury Analyzer</i>

Sumber : Suyono, Agus., 2011.

Tabel 5.
Kandungan Merkuri Pada Air Limbah Di Dusun Sangon II
Penelitian Tahun 2005

No	Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	Air Limbah	800 - 6900	AAS

Sumber : Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005.

Tabel 6.
Kandungan Merkuri Pada Bijih Di Dusun Sangon II
Penelitian Tahun 2005

No	Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	Bijih 1	92	AAS
2	Bijih 2	18	AAS

Sumber : Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005.



Gambar 3.
Kekar–Kekar Pada Batuan Dasar Sungai Sangon II



Kontaminasi Merkuri Pada Air Tanah Di Dusun Sangon II Kalirejo Kokap Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta

Oleh :

Erry Sumarjono¹⁾ dan Reza Aryanto²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

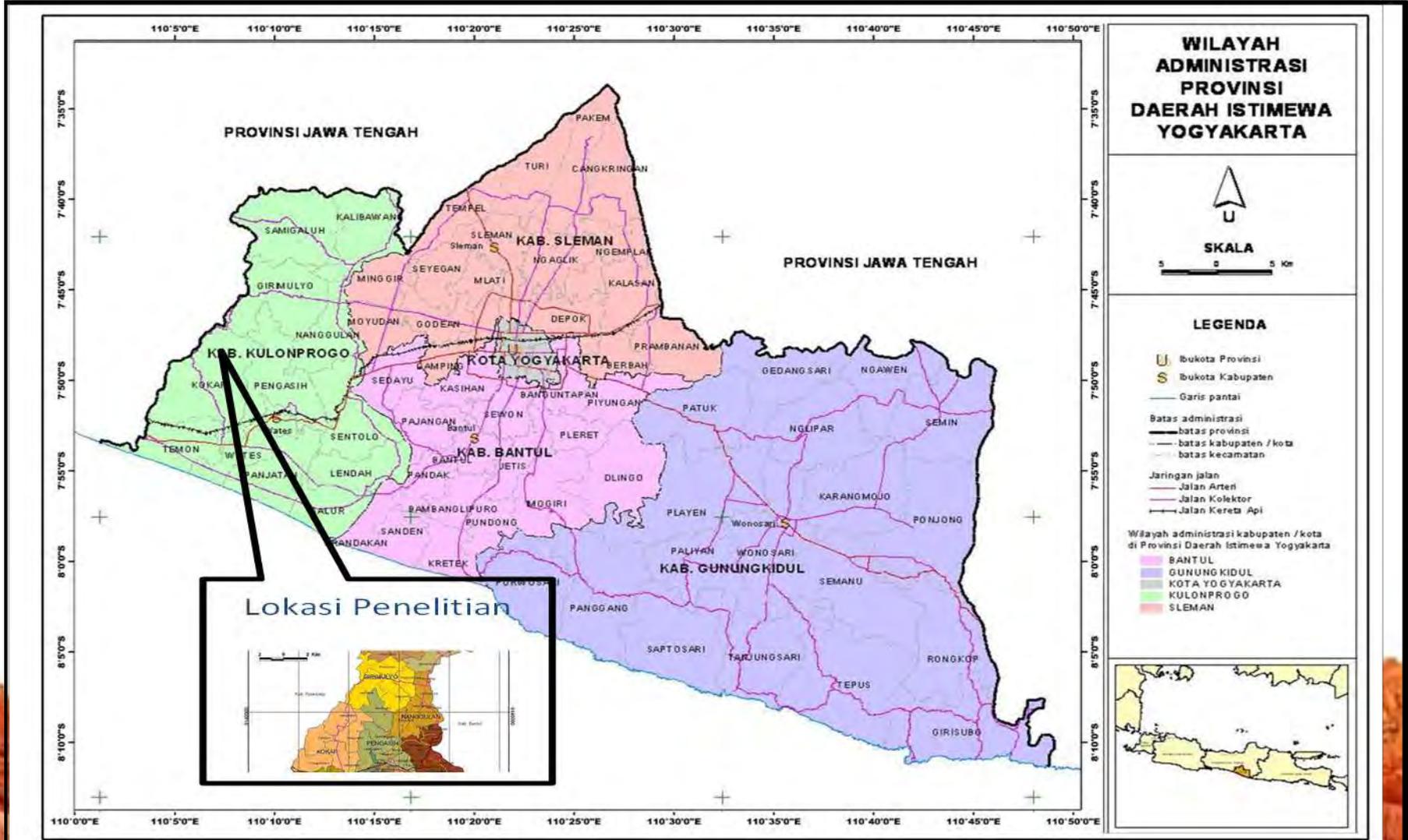
²⁾ Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti, Jakarta

Email : erry.sumarjono@itny.ac.id, reza.aryanto@trisakti.ac.id





LOKASI DAERAH PENELITIAN



WILAYAH ADMINISTRASI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA



SKALA



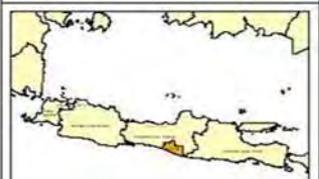
LEGENDA

- U Ibukota Provinsi
- S Ibukota Kabupaten
- Garis pantai

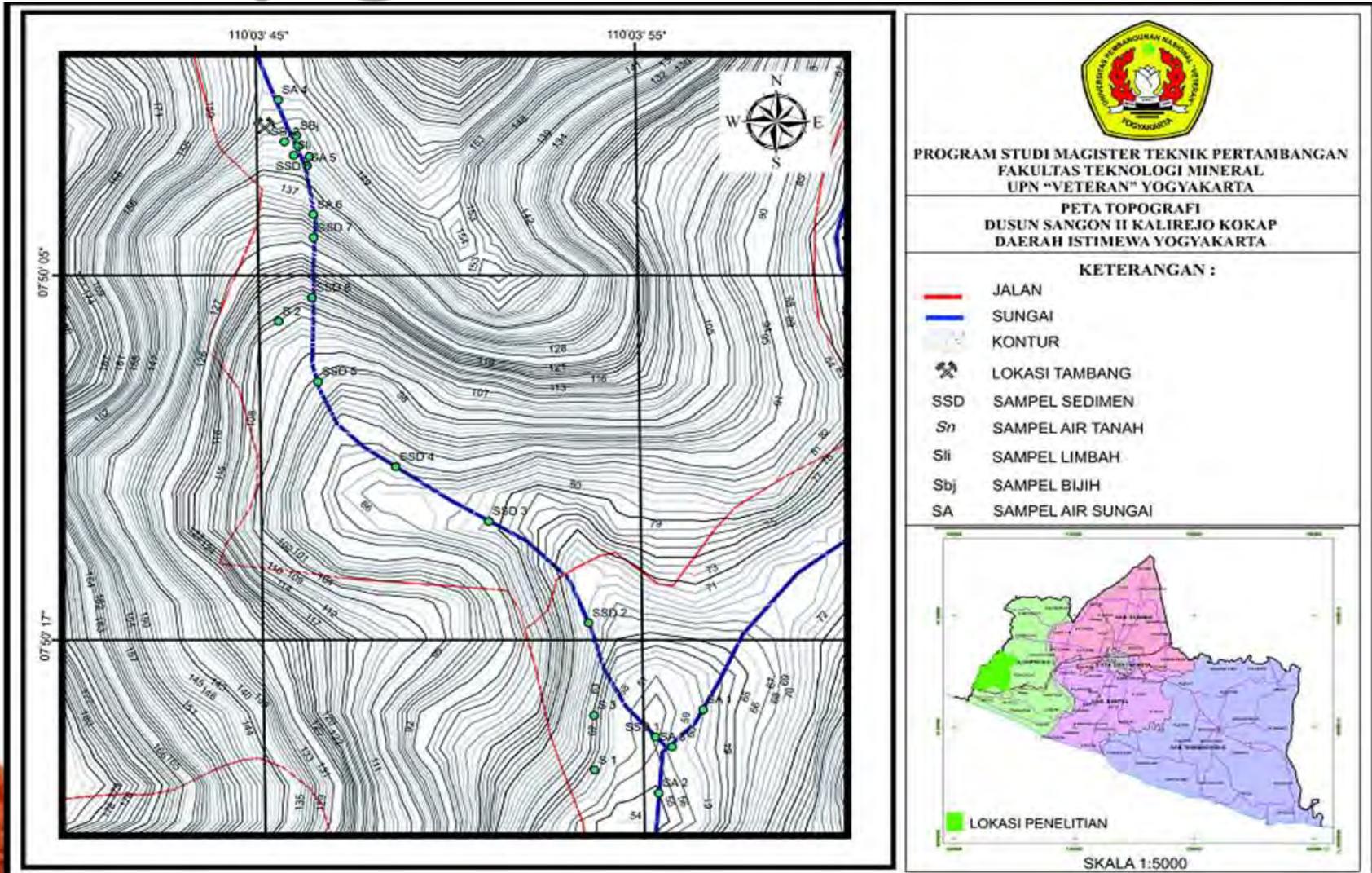
- Batas administrasi
- batas provinsi
 - batas kabupaten / kota
 - batas kecamatan

- Jaringan jalan
- Jalan Arteri
 - Jalan Kolektor
 - Jalan Kereta Api

- Wilayah administrasi kabupaten / kota di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
- BANTUL
 - GUNUNGKIDUL
 - KOTA YOGYAKARTA
 - KULONPROGO
 - SLEMAN



Topografi Daerah Penelitian



Penelitian **Merkuri Dalam Air Tanah** Dusun Sangon II

Tahun 2010

Metode : *Mercury Analyzer*

No	Sampel	Kadar Hg (ppm)
1	I	0,00019
2	II	0,00018
3	III	0,00020
4	IV	0,00023
5	V	0,00029

Sumber : Suyono, Agus., 2011.

Tahun 2017

Metode : *Mercury Analyzer*

No	Kode Sampel	Kadar Hg (mg/L) / ppm
1	S 1	0,00030
2	S 2	0,00087
3	S 3	0,00039

Sumber : Sumarjono, Erry., 2018.

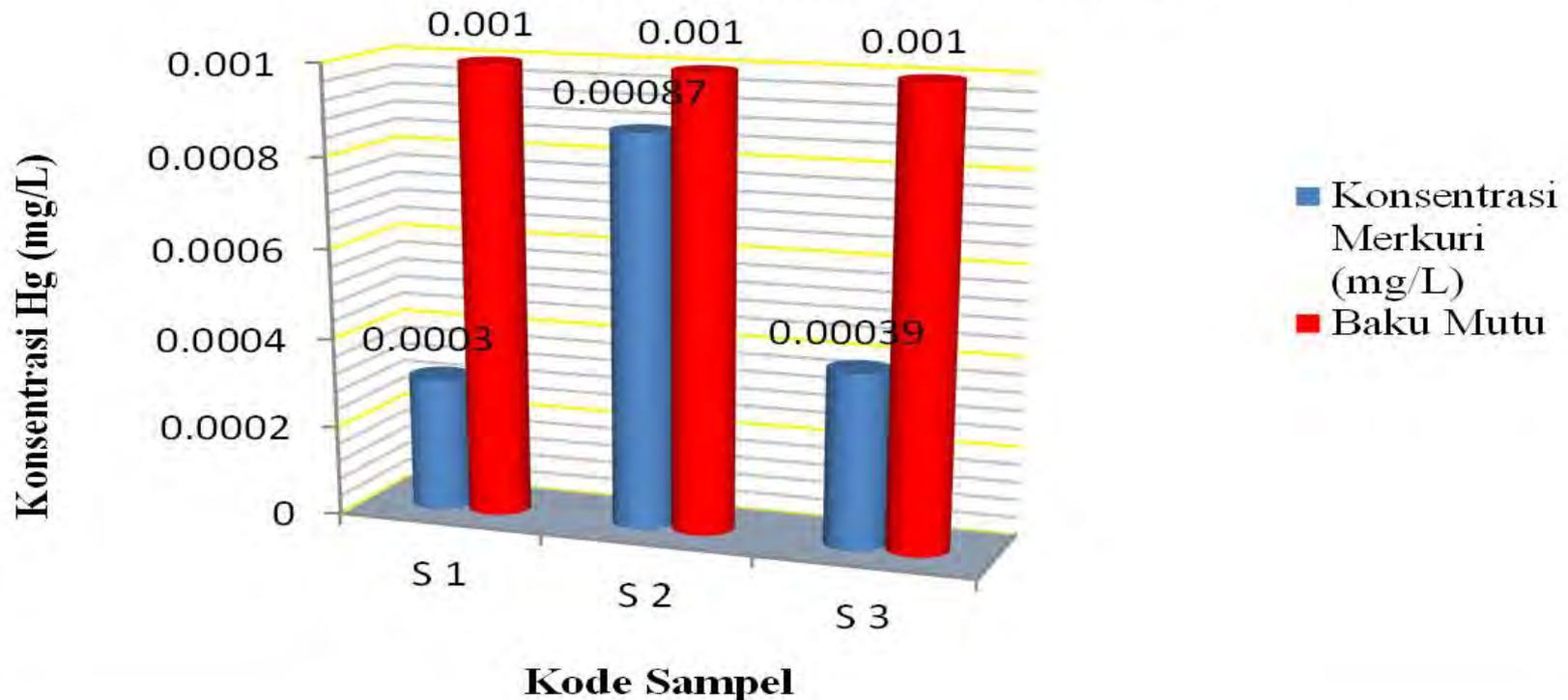
“MERKURI TERDAPAT DALAM AIR TANAH

”



Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 (Baku Mutu Kualitas Air Kelas I)

Konsentrasi Merkuri Pada Air Tanah Dibandingkan Baku Mutu





Sumber Keterdapatan Merkuri Dalam Air Tanah

Limbah Pengolahan Bijih Emas



**Pengolahan Bijih Emas -
Amalgamasi -?**

Penelitian **Merkuri** dalam **Sampel Limbah**

No	Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	Air Limbah	800 - 6900	AAS

Sumber : Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005.

No	Kode Sampel	Kadar Hg (mg/L)	Metode Uji Laboratorium
1	SLi	0,99994	Mercury Analyzer

Sumber : Sumarjono, Erry., 2018.

***) Penelitian Lain : dalam limbah terdapat 0,8 – 6,9 ppm Merkuri (Suprpto, Sabtanto Joko., 2006).**

Merkuri Dalam Bijih



BIJIH EMAS

Penelitian **Merkuri** dalam **BIJIH**

No	Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	Bijih 1	92	AAS
2	Bijih 2	18	AAS

Sumber : Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005.

No	Kode Sampel	Kadar Hg (ppm)	Metode Uji Laboratorium
1	SBj	0,28	Mercury Analyzer
2	SBj 2	0,14181	Mercury Analyzer

Sumber : Sumarjono, Erry., 2018.

***) Penelitian lain** : dalam bijih terdapat 14,15 ppm (Suprpto, Sabtanto Joko., 2006).

“ er **kur** i
ma **s** ”

Mineral-Mineral dalam Batuan Sangon

Penelitian Agus Harjanto, Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, (2011).

• **Mineralisasi**

Mineral OpaK yg mengisi urat-urat

- Hematit
- Pirit
- Kalkopirit
- Sfalerit
- Galena

Penelitian Dwi Indah Purnamawati dkk, Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, (2012).

• **Mineralisasi : Mesotermal**

Mineral Kunci (Mesotermal)

- Klorit
- Epidot
- Karbonat

Teori Lindgren., 1933, Klasifikasi Endapan Hidrotermal

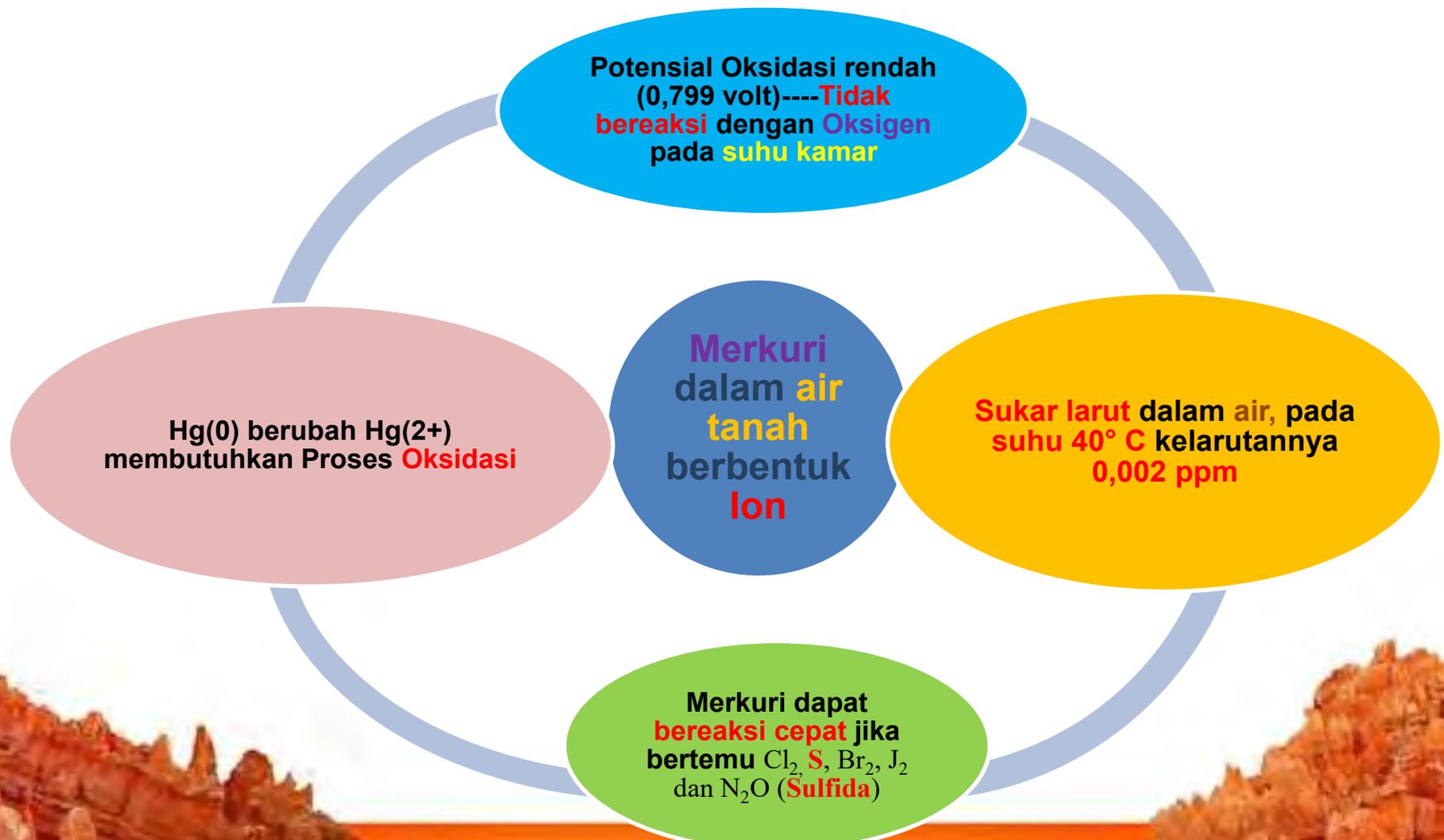
Penelitian : Merkuri Terdapat Dalam Bijih Emas (Setiabudi, Bambang Tjahjono., 2005 Suprpto, Sabtanto ,Joko., 2006; Sumarjono, Erry., 2018)

Merkuri terdapat bersama sama Sfalerit dan Galena (No-votny dan Olem., 1994)

Proses Mineralisasi : Epitermal



Sifat- Sifat Merkuri





KESIMPULAN

1. Air tanah di Dusun Sangon II dalam kondisi **TERKONTAMINASI** Merkuri, meskipun berada di bawah Baku Mutu Air Kelas I (untuk air minum/konsumsi).
2. Sumber keterdapatannya Merkuri dalam air tanah tersebut **lebih didominasi** oleh adanya **kandungan Merkuri yang terdapat dalam bijih Emas** yang dapat bereaksi dengan **mineral-mineral sulfida** yang terdapat dalam batuan dan bijih di daerah tersebut, karena berdasarkan sifat kimia Merkuri yang sukar untuk larut dalam air dan kondisi daerah tersebut tidak memenuhi persyaratan Merkuri yang terdapat dalam limbah pengolahan amalgamasi (Merkuri elemen, $Hg(0)$) berubah menjadi ion Hg^+ atau Hg^{2+} .
3. Penyebaran Merkuri di daerah tersebut masih **bersifat lokal**, meskipun untuk air tanah, kandungan Merkuri dalam limbah pengolahan amalgamasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan, tetapi **Merkuri merupakan logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungan hidup**, karena akibat negatif yang ditimbulkan Merkuri tidak dapat dibatasi oleh batas suatu wilayah, maka diharapkan dikembangkan **pengolahan bijih Emas dengan metode lain yang lebih ramah lingkungan**.



**SEKIAN DAN
TERIMAKASIH**