

GEOLOGI DAN STUDI PENGARUH LOGAM BERAT TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN WILAYAH TAMBANG EMAS JATIROTO, WONOGIRI, JAWA TENGAH

Wiryan Krisno Pambudi, Dwi Fitri Yudiantoro, Firdaus Maskuri
Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

Sari – Daerah penelitian termasuk kedalam Zona Pegunungan Selatan secara administratif berada di daerah Boto, Kecamatan Jatiroto dan sekitarnya, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Letak koordinat lokasi penelitian Secara Universal Transverse Mercator (UTM) terletak pada 516800mE-522480mE dan 9124900mN-9129900mN dengan datum WGS 84. Pada daerah penelitian yang terletak di daerah Boto dan sekitarnya, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Wonogiri merupakan area tambang emas tradisional yang belum terkelola dengan baik terkhusus pengolahan limbah yang menggunakan merkuri. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang berdampak kepada kesehatan masyarakat sekitar dilakukan penelitian yang menghasilkan solusi penanganan daerah tersebut. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pemetaan geologi permukaan dilakukan analisis berupa analisis petrografi, analisis fosil, dan analisis stereografis, pengukuran Hg tanah, dan analisis kimia tanah serta air. Pemetaan persebaran logam berat yaitu As, Mn, Pb, dan Hg menggunakan analisis kimia tanah dan air menggunakan analisis XRF kemudian dibuat interpolasi kontur penyebaran dengan menggunakan aspek geomorfologi dan geologi. Secara geomorfik, daerah penelitian dibagi menjadi empat bentulahan yaitu Satuan Perbukitan Intrusi (V1), Satuan Perbukitan Homoklin (S1), Satuan Perbukitan Karst (K1) dan Satuan Dataran Aluvial (F1). Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari Satuan breksi Nglanggeran berselingan lava berumur Miosen Awal, Satuan Intrusi andesit berumur Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan darat, Satuan batugamping Wonosari berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir dan Satuan Endapan Aluvial berumur Holosen. Struktur geologi didapatkan sesar mendatar kiri yang berarah relatif Utara-Selatan (Sesar Boto), sesar mendatar kiri yang mengarah Tenggara-Baratlaut (Sesar Brenggolo), sesar kanan turun yang mengarah Tenggara-Baratlaut (Sesar Mesu). Serta dijumpai kekar dan vein. Daerah penelitian dilakukan pemetaan distribusi logam merkuri (Hg), mangan (Mn), arsen (As), dan Timbal (Pb) dengan zona tercemar masuk dalam TCLP-A dan penanganan limbah masuk dalam kategori 1 berada pada Desa Boto dimana pada desa tersebut merupakan wilayah penambangan dan pengolahan emas. Cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan ini adalah dengan melakukan fitoremediasi

Kata-kata Kunci: tambang emas, logam berat, XRF, fitoremediasi, distribusi

PENDAHULUAN

Geologi merupakan suatu disiplin ilmu yang mempelajari tentang bumi beserta isinya baik itu komposisinya, strukturnya, sifat fisiknya, sejarah dan proses pembentukannya. Dengan adanya ilmu ini manusia dapat mengetahui bahan-bahan ekonomi hasil alami dari pembentukan bumi sehingga kita dapat mengeksplorasi dan mengeksploitasi bahan berharga tersebut.

Salah satu bahan atau material berharga yang dapat dieksplorasi dan dieksploitasi adalah emas (Au). Emas merupakan mineral yang bersifat lunak dan mudah ditempa dengan tingkat kekerasan 2,5-3 (skala moh's). Mineral pembawa emas biasanya berasosiasi dengan mineral ikutan (gangue minerals). Mineral ikutan tersebut umumnya kuarsa, karbonat, turmalin, fluorapatit, dan sejumlah kecil mineral non logam. Mineral pembawa emas juga berasosiasi dengan endapan sulfida yang telah teroksidasi. Mineral pembawa emas terdiri dari emas nativ, elektum, emas telurida, sejumlah paduan dan senyawa emas dengan unsur-unsur belerang, antimon, dan selenium. Elektum sebenarnya jenis lain dari emas nativ, hanya kandungan perak di dalamnya >20%.

Alterasi Hidrotermal adalah suatu proses yang sangat kompleks yang melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi, dan tekstur yang disebabkan oleh interaksi fluida panas dengan batuan yang dilaluinya (wall rock), di bawah kondisi evolusi fisio-kimia. Proses alterasi merupakan suatu bentuk metasomatisme, yaitu pertukaran komponen kimiawi antara cairan-cairan dengan batuan dinding (Pirajno, 1992). Interaksi antara fluida hidrotermal dengan batuan yang dilewatinya (batuan dinding), akan menyebabkan berubahnya mineral-mineral

primer menjadi mineral ubahan (mineral alterasi), maupun fluida itu sendiri (Pirajno, 1992, dalam Sutarto, 2004).

Penambangan emas khususnya di Indonesia masih banyak sekali yang tradisional dan menyampingkan aspek ramah lingkungan oleh karena itu banyak sekali permasalahan lingkungan yang timbul di sekitar tambang emas. Lahan bekas tambang menyisakan lahan yang tandus, kering dan mengandung logam-logam yang tidak ekonomis, sehingga perlu dilakukan reklamasi. Proses pelapukan mineral logam seperti: sinabar, pirit, kalkopirit, galena, arsenopirit akan melepaskan unsur logam seperti: Hg, Fe, Pb, As, Cu, dan Mn.

Unsur-unsur ini dapat mencemari lingkungan dan masuk ke dalam tubuh makhluk hidup, sehingga dapat meracuni dan merusak fungsi organ tubuh makhluk hidup. Oleh karena itu perlu ditangani dengan serius untuk mengurangi bahkan menghilangkan dampak negatif dari pasca tambang emas ini.

Pada daerah penelitian yang terletak di daerah Boto dan sekitarnya, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Wonorejo merupakan area tambang emas tradisional yang belum terkelola dengan baik terkhusus pengolahan limbah yang menggunakan merkuri. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang berdampak kepada kesehatan masyarakat sekitar dilakukan penelitian yang menghasilkan solusi penanganan daerah tersebut.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan pemetaan geologi permukaan, pengukuran Hg tanah, dan analisis kimia tanah serta air. Pemetaan persebaran logam berat yaitu As, Mn, Pb, dan Hg menggunakan analisis kimia tanah dan air kemudian dibuat interpolasi kontur penyebaran dengan menggunakan aspek geomorfologi dan geologi.

GEOLOGI DAERAH TELITIAN

Pola Pengaliran

Berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985) pola pengaliran daerah penelitian hanya terdapat 1 tipe pola pengaliran yaitu Sub-Parallel. Pola pengaliran ini merupakan pola pengaliran modifikasi dari tipe parallel, dimana karakteristik batuan pada tipe ini adalah batuan berbutir kasar dengan tingkat kemiringan yang curam dan sangat curam. Pola pengaliran ini juga biasanya mempunyai kelerengan yang relatif seragam dan sejajar. Faktor pengontrol dari pola aliran ini adalah resistensi batuan, kemiringan lereng, dan struktur geologi yang berkembang. Pada daerah penelitian, pola pengaliran ini berdasarkan analisis arah umum membentang relatif dari timurlaut- baratdaya, tempat mengalir berupa *bedrock stream* dengan bentuk lembah V. Sungai yang melangir relatif mengikuti jurus pada batuan dengan anak sungai yang relatif membentuk sudut lancip.

GEOMORFOLOGI

Atas dasar aspek-aspek

geomorfologi menurut Van Zuidam (1985) maka karakteristik bentuklahan daerah telitian dibagi menjadi 4 yaitu: Perbukitan Homoklin, Perbukitan Karst, Dataran Aluvial, Perbukitan Intrusi.

Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Homoklin (S1)

Satuan bentuk lahan perbukitan homoklin ini menempati 70% luasan peta. Mempunyai bentukan perbukitan dengan kemiringan lereng curam- sangat curam. Terbentuk akibat dari terjadinya pengangkatan yang kemudian terjadi struktur geologi berupa kekar dan sesar. Bentuk lahan ini mempunyai bentuk lembah V, memanjang ke arah baratdaya-timurlaut dan juga pada satuan ini terdapat pola pengaliran sub-parallel. Morfogenesis yang mendominasi adalah struktur geologi, resistensi batuan, erosi, dan pelapukan.

Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Karst (K1)

Satuan bentuk lahan perbukitan karst ini menempati 5% dari luasan peta. Mempunyai bentukan berupa perbukitan dengan kemiringan curam-miring. Terbentuk akibat dari terjadinya transgresi dan pengangkatan serta struktur geologi berupa sesar dan kekar. Bentuk lahan ini mempunyai bentuk lembah V-U, bentuk lahan ini hanya setempat berada di tenggara lokasi telitian. Morfogenesis yang berkembang bentuk lahan ini adalah resistensi batuan, struktur geologi, serta erosi dan pelapukan.

Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Intrusi (V1)

Satuan bentuk lahan perbukitan intrusi ini menempati 10% luasan peta. Mempunyai bentukan perbukitan dengan kemiringan lereng curam-sangat curam. Terbentuk akibat dari terjadinya intrusi, pengangkatan yang kemudian terjadi struktur geologi berupa kekar dan sesar. Bentuk lahan ini mempunyai bentuk lembah V, bentuk lahan ini berada pada relatif bagian tengah pada lokasi penelitian dan juga pada satuan ini terdapat pola pengaliran sub-parallel. Morfogenesis yang mendominasi adalah struktur geologi, resistensi batuan erosi dan pelapukan.

Satuan Bentuk Lahan Dataran Aluvial (F1)

Satuan bentuk lahan dataran aluvial ini menempati 10% dari luasan peta. Mempunyai bentuk dataran dengan kemiringan lereng miring-landai terbentuk akibat adanya pengangkatan dan pelapukan serta erosi. Bentuk lahan ini mempunyai bentuk lembah U. Bentuk lahan ini berada pada bagian barat laut daerah telitian. Morfogenesis yang dominan pada bentuk lahan ini adalah erosi, pelapukan, serta resistensi batuan yang lemah.

STRATIGRAFI

Pembagian litostratigrafi daerah telitian mengikuti tatanan baku Sandi Stratigrafi Indonesia (1996) dan mengacu pada penelitian terdahulu dari Sampurno & H. Samodra (1997) dengan penamaan satuan litostratigrafi tak resmi berdasarkan satuan batuan litostratigrafi pada formasi daerah telitian. Berdasarkan hasil dari pemetaan daerah telitian yang di dukung oleh data analisis petrografi, penampang stratigrafi terukur, pada satuan batuan maka didapatkan empat satuan batuan pada daerah telitian.

Satuan breksi Nglanggeran

Satuan Breksi Nglanggeran ini di dominasi oleh breksi dan berselingan dengan lava andesit. Dimana lava merupakan litologi yang lebih tua dibandingkan dengan breksi, dan breksi pada satuan ini fragmen andesit berasal dari lava andesit dibawahnya dan terdapat sisipan batupasir dan batulanau.

Secara megaskopis breksi monomik; warna lapuk hitam kecoklatan, warna segar hitam abu-abu, menyudut, terpilah buruk, kemas didukung oleh butiran, ukuran kerikil-bongkah, fragmen: andst, matrik: Plagioklas, hornblende, semen: silika, struktur: masif. Secara megaskopis lava andesit, warna lapuk hitam, warna segar abu-abu putih, fanerik halus-afanitik, subhedral, inequigranular, komposisi: kuarsa, piroksin, hornblende, plagioklas. Secara megaskopis batupasir, warna lapuk coklat, warna segar abu-abu, menyudut, terpilah buruk, pasir sangat halus – pasir halus, fragmen: plagioklas, hornblende, piroksin, matriks: kuarsa, semen: silika, struktur perlapisan. Serta sisipan batulanau dengan warna lapuk hitam, warna segar abu-abu, ukuran lanau, semen silika.

Satuan intrusi andesit

Berdasarkan penemuan dilapangan, penulis menjumpai satuan andesit dan beberapa lokasi pengamatan dijumpai andesit dengan tektur halus dan beberapa tempat sudah mengalami alterasi, dengan demikian penulis menamakan satuan intrusi andesit. Pada satuan ini penulis melakukan pendeskripsian batuan secara megaskopis dan mikroskopis. Secara megaskopis andesit ini berwarna lapuk hitam, warna segar abu-abu putih, hipokristalin, fanerik halus-afanitik, subhedral-anhedral, inequigranular, komposisi kuarsa, piroksin, hornblende, klorit, plagioklas

Satuan batugamping Wonosari

Pada satuan ini berdasarkan geologi regional satuan ini terdiri atas, batugamping terumbu. Pada lokasi penelitian di jumpai litologi framestone, dan bindstone kemudian dijumpai juga mineral kalsit yang cukup berlimpah. Satuan ini berumur Miosen Tengah-Pliosen Akhir (N14-N20). Fosil yang dijumpai pada satuan ini adalah *Orbulina bilobata*, *Orbulina universa*, *Globigerina seminulina*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides obliquus*.

Satuan endapan lahar Lawu

Endapan lahar Lawu ini terdiri dari material lepas berukuran pasir hingga bongkah, dan beberapa tempat sudah mengalami proses litifikasi terutama pada daerah lebih tua atau jauh dari sumber. Satuan ini berumur Holosen (Sampurno & H. Samudro, 1997). Endapan aluvial ini mempunyai ciri-ciri yaitu material lepas sebagai komponen penyusun utama yang berukuran pasir-bongkah dengan ukuran 2mm hingga >256 mm (Wentworth, 1922).

STRUKTUR GEOLOGI

Pola Kelurusan

Pola kelurusan daerah telitian dilihat dari hasil penarikan kelurusan sungai, perbukitan, punggung dan lembah berdasarkan citra Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) kemudian kita dapat melihat arah dominan dari kelurusan daerah telitian. Berdasarkan pola kelurusan SRTM daerah telitian didapatkan 3 arah dominan.

Kekar

Struktur kekar pada daerah telitian merupakan struktur kekar yang terdiri dari kekar tarik dan kekar gerus yang akan digunakan dalam penentuan arus tegasan purba daerah telitian. Kekar yang diambil adalah kekar yang jauh dari daerah sesar dikarenakan sesar daerah telitian membentuk kekar yang orientasinya hampir sama dengan kekar yang terbentuk pada awal deformasi. Pada dasarnya kekar hasil tektonik pada daerah telitian sangat sulit dikenali, dikarenakan pada daerah telitian disusun oleh lebih dari 50% satuan breksi Nglanggeran.

Semua kekar yang dijumpai dilapangan mempunyai orientasi tegasan utama yang sama yaitu tenggara-baratlaut. Kekar pada daerah telitian membentuk juga vein dengan kedudukan $N321^{\circ}E/62^{\circ}$. dan akibat dari proses alterasi hidrotermal, vein tersebut terisi oleh endapan mineral yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.

Sesar

Berdasarkan pemetaan dan penemuan sesar dilapangan dapat dikelompokkan menjadi 2 pola yaitu utara-selatan, dan tenggara- baratlaut. Pola sesar tersebut merupakan sesar mayor yang mengontrol daerah telitian. Sesar yang dijumpai didaerah telitian yaitu Sesar Boto (Left Slip Fault), Sesar Brenggolo (Left Slip Fault), Sesar Mesu (Reverse Right Slip Fault).

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan pemetaan geologi permukaan, pengukuran Hg tanah, dan analisis kimia tanah serta air. Pemetaan persebaran logam berat yaitu As, Mn, Pb, dan Hg menggunakan analisis kimia tanah dan air kemudian dibuat interpolasi kontur penyebaran dengan menggunakan aspek geomorfologi dan geologi.

1. Tahap Persiapan

Adapun tahapan persiapan meliputi studi pustaka daerah penelitian dengan melihat hasil peneliti terdahulu dari beberapa jurnal, disertasi, prosiding dan literature mengenai daerah terkait dan survey langsung ke daerah penelitian serta melakukan wawancara ke beberapa warga maupun perangkat desa.

2. Tahap Penelitian Lapangan

Tahapan penelitian lapangan bertujuan untuk melakukan pengambilan data-data geologi primer daerah terkait data primer yang dikumpulkan dari pengambilan data lapangan selain itu juga dilakukan pengukuran kadar merkuri dan wawancara warga.

3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahapan setelah penelitian lapangan, meliputi analisis laboratorium dan pengolahan data yang didapat dari data primer dan skunder. Analisis berupa analisis petrografi, analisis fosil, analisis XRF dan analisis stereografis

4. Tahap Akhir

Tahap akhir merupakan tahap dimana akan dilakukan pembuatan laporan dari hasil data lapangan yang sudah dianalisis serta kesimpulan dari hasil telitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah telitian merupakan tambang emas yang berusia kurang-lebih 50 tahun yang dikelola secara tradisional oleh masyarakat sekitar. Daerah telitian juga merupakan daerah alterasi dan mineralisasi sehingga banyak unsur-unsur kimia salah satunya adalah unsur logam berat. Logam berat sebenarnya tidak berbahaya bila jumlah akumulasi pada suatu tempat atau daerah dalam batas normal, namun bila akumulasi logam berat suatu daerah melebihi dari ambang batas normal yang telah ditetapkan maka hal itu akan berdampak menjadi pencemaran baik di udara, tanah, maupun air. Banyak unsur logam berat yang terdapat di daerah telitian namun penulis hanya berfokus pada beberapa unsur saja karena akumulasi cukup banyak dan dampak yang diakibatkan sangat berbahaya bagi makhluk hidup seperti hewan, manusia, dan tumbuhan. Unsur yang diteliti adalah merkuri (Hg), arsen (As), mangan (Mn), dan Timbal (Pb).

Merkuri (Hg)

Berdasarkan hasil distribusi merkuri pada daerah telitian didapatkan peta persebaran merkuri yang masuk dalam kategori TCLP A karena menurut PPRI No. 101 Th. 2014 Tentang Penanganan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun kandungan limbah merkuri dalam tanah lebih dari 0,03 ppm masuk dalam TCLP A dan pengolahan masuk dalam kategori 1. Zona TCLP A hanya setempat yaitu berada di desa Boto dengan kandungan merkuri dalam tanah 1 ppm hingga 80 ppm. Distribusi merkuri pada daerah telitian mengarah ke baratlaut pada peta, dan daerah yang masuk kategori TCLP A pada hanya bersifat radial dan menempati 20 % dari luasan peta (Lampiran). Sampel tertinggi adalah sampel LP 88 dengan masuknya kategori TCLP A maka pengolahan limbah harus dibawa dengan keadaan tertutup agar limbah tidak mudah mencemari daerah sekitarnya saat dibawa ke tempat pengolahan limbah.

Kandungan Hg di LP 88 pada tanaman menunjukkan bahwa tanaman juga ikut menyerap unsur merkuri dikarenakan pada tanaman pandan (*Pandanus amarillyfolius*) dan kangkung (*Ipomoea aquitica*) mempunyai kandungan 168 ppm menurut SNI tahun 2009 bahwa tanaman tersebut tidak layak konsumsi karena standar kandungan merkuri adalah 0,03 ppm. Dengan kandungan Hg yang besar, tentunya akan berbahaya untuk tubuh bila dikonsumsi terus menerus.

Mangan (Mn)

Bila dilihat persebaran mangan, kandungan mangan banyak didapatkan pada daerah perumahan warga yang litologi daerah sekitar masih terkena alterasi walau hanya sebagian. Menurut standar baku yang disepakati oleh dunia bahwa standar kelayakan kandungan Mangan dalam tanah adalah berkisar 80-1300 Ppm, sehingga pada daerah telitian distribusi daerah yang terkontaminasi mengarah ke timur pada peta lokasi penelitian dan menempati 40% dari luasan peta.

Kandungan mangan pada daerah telitian banyak dijumpai pada daerah pemukiman, hal ini disebabkan oleh mangan yang terbentuk secara alami terjadi penambahan karena aktifitas warga sekitar yang membawa material tambang ke area pemukiman sehingga terjadi penambahan kadar mangan daerah tersebut. Kandungan mangan pada LP 88 ikut mempengaruhi tanaman disekitarnya, untuk sampel talas (*Colocasia esculenta*) pada LP 88 mempunyai kandungan 112 ppm menurut SNI tahun 2009 bahwa tanaman ini umbinya tidak dapat di konsumsi karena melebihi 0,3 ppm.

Arsen (As)

Kandungan arsen pada daerah telitian berkisar 11-55 ppm, dimana pada kandungan tertinggi pada lokasi sampel 1-1 dengan kandungan 134 ppm. Daerah yang masuk dalam TCLP A mempunyai persebaran ke arah utara dan mempunyai luasan 30 % pada peta. Berdasarkan kategori tersebut daerah telitian wajib melakukan pengolahan dan pemindahan dengan cara tertutup agar tidak terkontaminasi pada daerah disekitarnya pada saat dilakukan pemindahan sampel.

Dilakukan pengambilan sampel air pada lokasi sampel Tegalan tanah-375 karena lokasi tersebut merupakan sawah yang sumber airnya berasal dari sungai, dimana sungai tersebut merupakan tempat pembuangan limbah pengolahan emas. Kandungan arsen pada air sawah setelah dilakukan uji laboratorium bahwa arsenik dalam air <0,001 ppb. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah daerah tersebut kandungan arsen pada air masih aman dan untuk air limbah hasil pengolahan emas pada lokasi sampel Lp-92 kandungan arsenik <0,001 ppb juga masih batas normal.

Bila kita lakukan korelasi bahwa pada sampel tegalan ini masuk kedalam zona TCLP A, namun air dan tumbuhan mengandung arsen yang relatif normal hal ini dikarenakan kandungan Hg pada tanah yang kurang dari 1ppm sehingga tidak terserap oleh tumbuhan dan larut oleh air.

Timbal (Pb)

Kandungan penyebaran Timbal pada daerah telitian yang paling tinggi adalah 598 ppm pada lokasi pengambilan sampel Lp 88. Pada Lokasi pengambilan sampel Lp 88 ini merupakan area tempat tinggal penduduk yang juga merupakan tempat pengolahan emas. Daerah telitian yang masuk kategori TCLP A mempunyai luasan 25 % dari peta penelitian dan masuk ke daerah Dusun Mesu. Penyebaran timbal pada daerah telitian mengarah ke utara dimana pada daerah utara peta merupakan daerah landaian . Timbal pada daerah telitian cenderung kandungannya meningkat pada area pemukiman warga, hal ini disebabkan oleh oksidasi batuan pada daerah pemukiman dan juga penambahan akibat faktor eksternal.

Dilakukan pengambilan sampel air sawah dan air limbah, dan setelah dilakukan uji laboratorium hasil yang didapatkan adalah <0,098 ppm. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bahwa air tersebut masih batas wajar karena baku mutu kandungan timbal adalah 0,1 Ppm.

Kandungan timbal ini juga berpengaruh ke tumbuhan karena pada sampel tumbuhan yang dilakukan analisis mengandung timbal sebesar 415 ppm pada tanaman bengkuang (*Pachirrhizus erosus*) dan menurut SNI tahun 2009 tanaman bengkuang tidak layak dikonsumsi karena kandungan timbal >0,3ppm.

PENANGANAN ZONA TERCEMAR

Pada daerah telitian dapat kita lihat bahwa desa Boto merupakan daerah yang telah tercemar dengan logam berat seperti merkuri, arsen, mangan, dan timbal. Penyebaran logam berat daerah telitian relatif mengarah ke utara dikarenakan morfologi daerah telitian mempunyai kemiringan ke arah utara. Daerah tertinggi berada pada lokasi sampel Lp 88, pada Lp 88 ini merupakan pemukiman dari warga atas nama Sumorejo.

Cara lain untuk mengurangi dampak pencemaran ini adalah dengan cara fitoremediasi. Fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani Kuno yaitu nabati/ tanaman, dan bahasa Latin yaitu remedium (memulihkan keseimbangan atau perbaikan); menggambarkan pengobatan masalah lingkungan (bioremediasi) melalui penggunaan tanaman yang mengurangi masalah lingkungan tanpa perlu menggali bahan kontaminan dan membuangnya di tempat lain. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Akhir-akhir ini banyak sekali penanganan pencemaran logam berat pada tanah dan air menggunakan metode ini, karena metode ini tidak perlu melakukan penambahan lapisan tanah baru untuk menutupi lahan yang terkontaminasi sehingga biaya lebih murah di bandingkan dengan cara lain.

KESIMPULAN

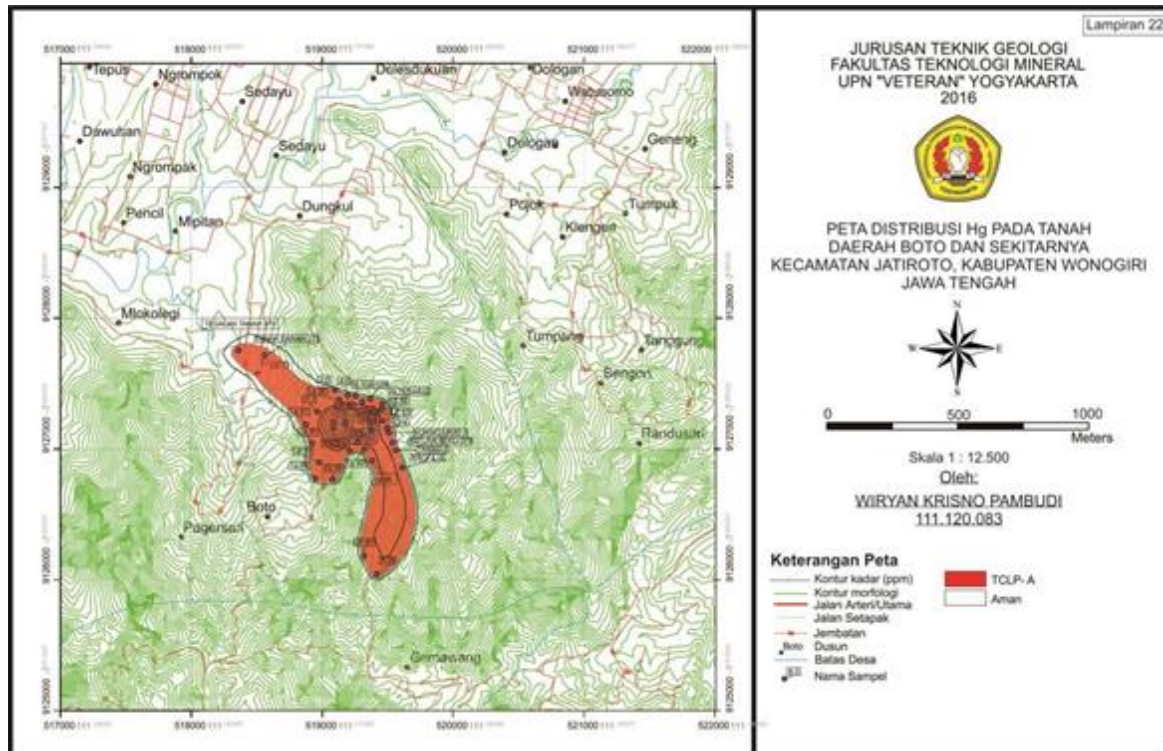
Berdasarkan hasil dari pemetaan dan analisis Desa Boto, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pada daerah telitian bila dilihat dari aspek geomorfologi terdapat pola pengaliran sub-parallel dengan arah relatif timurlaut-barat daya. Pada daerah telitian dibagi menjadi 4 bentuk lahan yaitu: Perbukitan Homoklin (S1), Perbukitan Karst (K1), Dataran Aluvial (F1), Perbukitan Intrusi (V1).
2. Stratigrafi daerah telitian tersusun dari tua ke muda 4 (empat) satuan batuan yaitu: atuan breksi Nglanggeran, intrusi andesit, satuan batugamping Wonosari, dan endapan aluvial Lawu.
3. Struktur geologi yang berkembang pada daerah telitian adalah kekar serta terdapat 3 sesar yaitu: sesar Boto (utara-selatan), sesar Mesu (tenggara-baratlaut), sesar Brenggolo (tenggara-baratlaut).
4. Persebaran logam berat pada daerah telitian relatif kearah tenggara-baratlut. Kandungan logam berat tertinggi berada pada lokasi sampel Lp 88, yaitu pada rumah atas nama Bapak Sumorejo.
5. Jika dilakukan perbandingan dengan peta geologi dan geomorfologi, distribusi dipengaruhi oleh batuan dasar berupa andesit yang terintrusi serta kondisi morfologi yang sangat curam membuat daerah kontaminasi tersebar dengan cepat karena intensitas dan lama pengolahan seharusnya kadar logam berat di daerah telitian lebih besar dari yang sekarang.
6. Dampak pencemaran ini berpengaruh pada tanaman, dimana tanaman pada sekitar daerah tercemar menyerap kandungan logam berat berbahaya yang ada di dalam tanah, yang efeknya bila tidak segera dilakukan penanganan maka akan berdampak tanaman tidak normal atau mengalami fitotoksisitas.
7. Dari hasil analisis kimia pada tanaman bahwa tanaman yang mengacu pada SNI tahun 2009 bahwa sampel tanaman pangan pada daerah telitian seperti pandan (*Pandanus amarillyfolius*), kangkung (*Ipomoea aquitica*, talas (*Colocasia esculenta*), bengkuang (*Pachirrhizus erosus*) tidak layak untuk dikonsumsi.
8. Solusi untuk penanganan pada daerah tercemar adalah dengan cara melakukan fitoremediasi menggunakan tanaman yang sesuai untuk menyerap logam berat yang ada di dalam tanah.

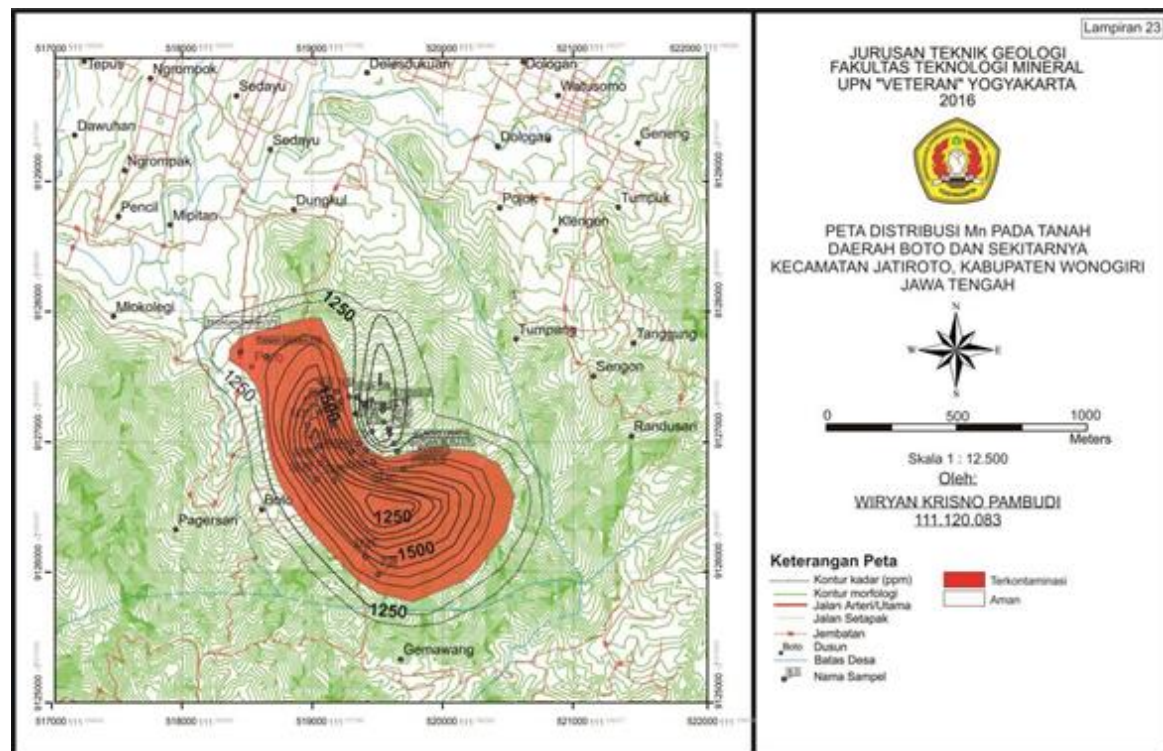
DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jaloud, A.A., Hussain, G., Al-Saati, A.J., Karimulla, S. 1995, Effects of Wastewater Irrigation and Sludges in Kuwait, *Journal of Environment Science and Health*, 39, 397-407.
- Bammelen, Van R.W., 1949, *Geology Of Indonesia Vol. 1*, The Government Printing Office, The Hague.
- Dugan, P.R., 1972, *Biochemical Ecology of Water Pollution*. Plenum Press, New York. 159 p.
- El Khalil, H., El Hamani, O., 2008: Heavy Metal Contamination from Mining Sites in South Morocco: Monitoring Metal Content and Toxicity of Soil Runoff and Groundwater, *Journal Environ Monit Asses*, 136, 147-160.
- Faruruw, D.M., Yauri, U.A., Dangoggo, S.M., 2013: Cadmium, Copper, Lead and Zinc Levels in Sorghum and Millet Grown in The City of Kano and Its Environs, *Global Advanced Research Journal of Environment Science and Taxicology*, 2(3), 82-85.
- Guilbert John and Park Charles F. 1986. *The Geology of ore Deposits*. United states of America
- Henry, J. R., 2000, In *An Overview of Phytoremediation of Lead and Mercury*. NINEMS Report, Washington, D. C., PP.3 - 9.
- Ismangil., Hanudin, E., 2005, *Degradasi Mineral Batuan Oleh Asam-Asam Organik*, Yogyakarta.
- Juhaeti, T. dan F. Syarif. 2003. *Studi Potensi Beberapa Jenis Tumbuhan Air untuk Fitoremediasi*. Bogor: Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati. Pusat Penelitian Biologi. LIPI. Bogor.
- Kabata, dan Pendias., *Trace Elements In Soils And Plants*, CRC Press, Washington D.C.
- Made, I.M., Dibia I.N., Adi, I.G.P.R., Kusmiyarti, T.B., 2010, *Buku Ajar: Klasifikasi Tanah Dan Kesesuaian Lahan*, Denpasar.
- Mcbrid, B. Murray., 1994, *Enviromental Chemistry Of Soil*, New York, Oxford University Press.
- McNeely, R.N., Nelmanis, V.P., and Dwyer, L., 1997, *Water Quality Source Book, A Guide to Water Quality Parameter*, Inland Water Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 89 p.
- Moore, J. W., 1991, *Inorganic Contaminations of Surface Water*. Springer-Verlag, New York, 334 p.
- Novotny, V. and Olem, H., 1994, *Biological Oceanographyc Proseses*, Third edition, Pergamon Press, New York, 330 p.
- Park, R. G., 1988, *Geological Structures and Moving Plates*: Blackie, Glasgow and London, 337 p.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya, Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan.
- Pirajno, F. 1992. *Hydrothermal Mineral Deposits. Principles and Fundamental concepts for the exploration geologist*, Berlin, Heidelberg
- Pollard, D. D. and Fletcher, R. C., 2005, *Fundamental of Structural Geology*, Cambridge University Press, UK, 500p.
- Price, N. J. and Cosgrove, 1990, *Analysis of Geological Structures*, Cambridge University press, UK, 502 p.

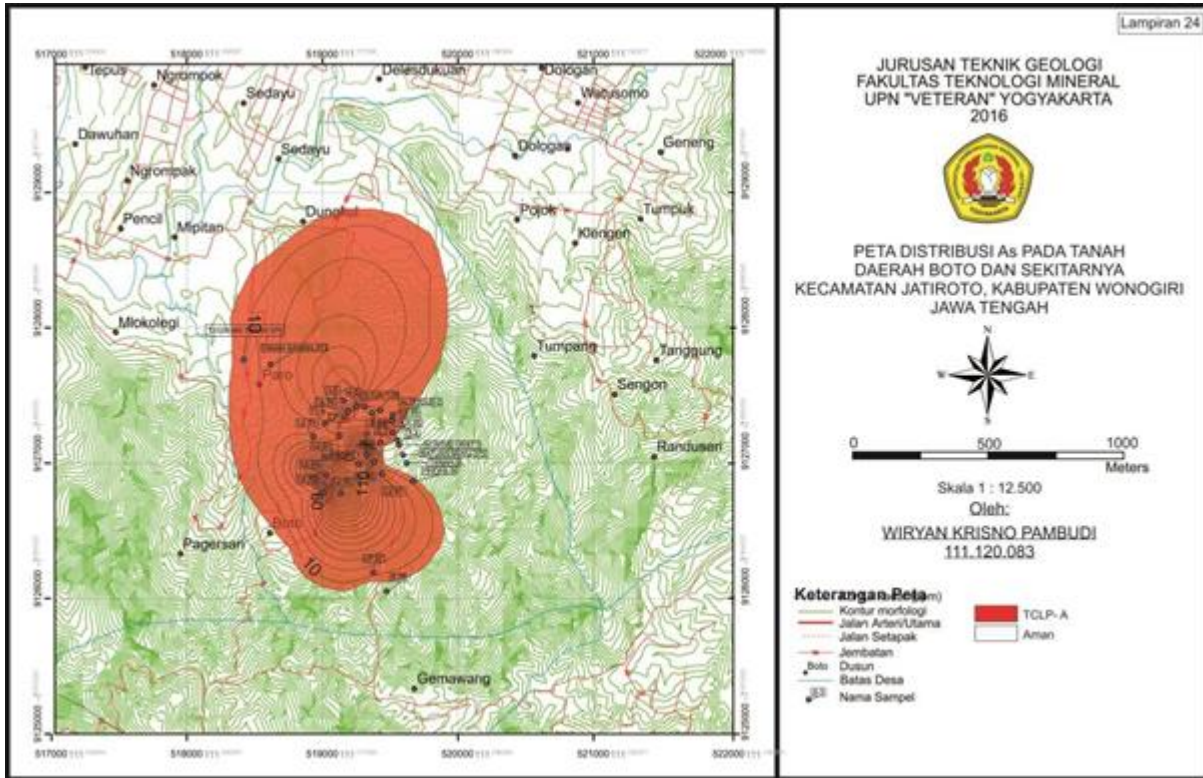
Sampurno and Samodra, H., 1991, Geologi Lembar Ponorogo, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia.
 Sawyer, C.N. and McCarty, P.L., 1972: Chemistry for Environmental Engineering, Thrid edition, McGraw-Hill Book Company, Tokyo, 532 p.
 Sembel, Dentje Terno., 2015, Toksikologi Lingkungan, Yogyakarta, CV. Andi Offset,
 SNI (Standar Nasional Indonesia) 7387 tahun 2009, BSNI.
 Soemirat. Juli, 2007, Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.



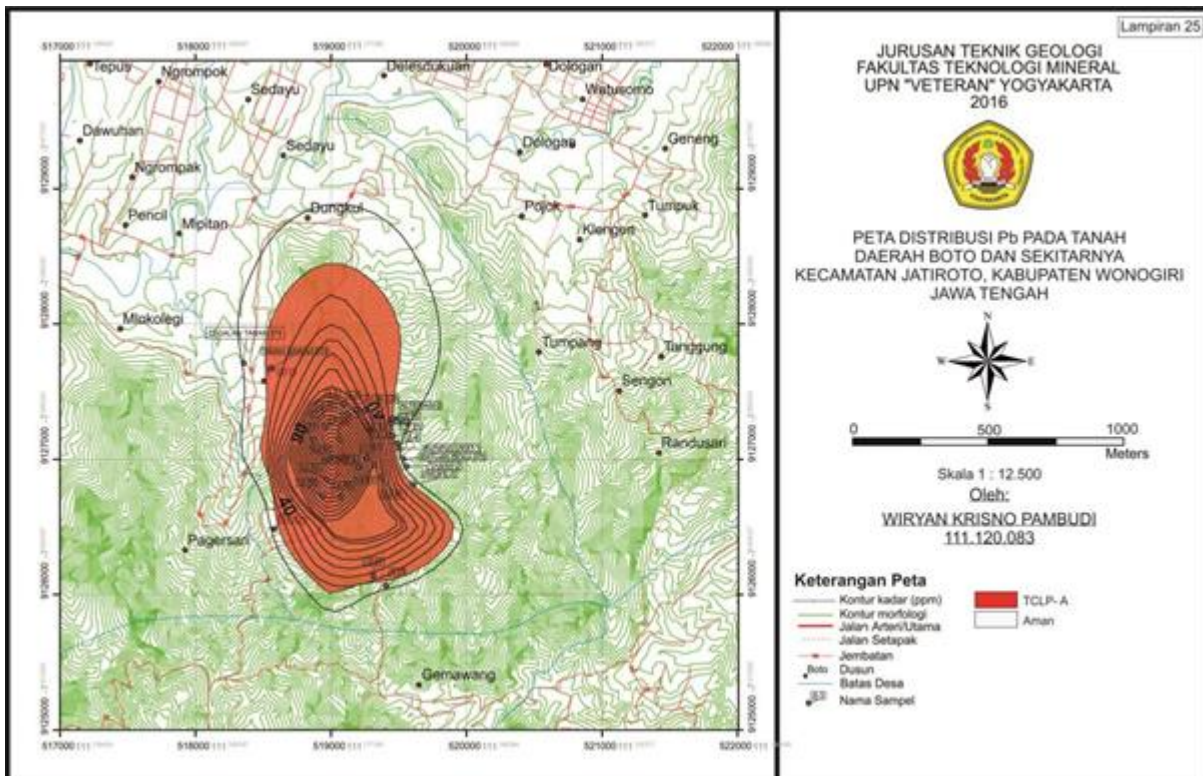
Peta Distribusi Hg



Peta Distribusi Mn



Peta Distribusi As



Peta Distribusi Pb