

IDENTIFIKASI LIMBAH PENGOLAHAN EMAS DAN KUALITAS AIR DI SEKITAR PENAMBANGAN EMAS RAKYAT JAMPANG KULON, DESA KERTAJAYA, KABUPATEN SUKABUMI, JAWA BARAT

Debi Yulian Adinata^[1], Antonio Raeleksi C.D.C. Vie^[2], Esthi Kusdarini^[3]
Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^[1,2,3]
E-mail: debi_jr90@yahoo.co.id^[1], esthi_kusdarini@yahoo.com^[3]

ABSTRAK

Sianidasi adalah proses perendaman bijih emas dengan larutan natrium sianida atau suatu ekivalen sianida pada pH 10-11. Proses ini bertujuan untuk memisahkan logam emas dari campuran logam lain. Selain menghasilkan logam emas, proses ini juga menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah ini mempunyai potensi yang besar untuk mencemari lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah 1) mengidentifikasi pH, kadar sianida (CN bebas), dan kadar emas (Au) pada limbah padat, air sumur, dan air sungai Citapeng; 2) mengidentifikasi kualitas air sumur dan air sungai. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan analisa data primer. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 6 buah, terdiri dari 2 sampel limbah padat, 3 sampel air sumur, dan 1 sampel air sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel limbah padat 1 mengandung pH sebesar 8,8, CN bebas sebesar 0,14 mg/kg, dan Au sebesar 1,52 mg/kg. Sampel limbah padat 2 mengandung pH sebesar 10,00, CN bebas sebesar 0,096 mg/kg, dan Au sebesar 4,41 mg/kg. Sampel air sumur 1 yang berjarak 5 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 5,71 dan CN bebas sebesar 0,011 ppm. Sampel air sumur 2 yang berjarak 10 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 6,16 dan CN bebas sebesar <0,01 ppm. Sampel air sumur 3 yang berjarak 40 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 6,52 dan CN bebas sebesar <0,01 ppm. Sampel air sungai Citapeng yang berjarak 500 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 6,91 dan CN bebas sebesar <0,01 ppm.

Kata kunci: emas, limbah, pengolahan, sianidasi

ABSTRACT

Cyanidation is soaking process gold ore with sodium cyanide or an equivalent cyanide at a pH of 10-11. This process aims to separate the gold metal from a mixture of other metals. In addition to producing gold metal, the process also generates solid waste and liquid waste. This waste has a great potential to pollute the environment. The purpose of this study were 1) to identify the pH, levels of cyanide (CN free), and the levels of gold (Au) on the solid waste, water wells, and river water Citapeng; 2) identify the quality of well water and river water; 3) determine the safe distance between the water source and the location of processing. This research was conducted using qualitative descriptive method by using primary data analysis. Sampling was carried out as many as 6 units, consisting of 2 solid waste samples, 3 samples of well water, and 1 sample of river water. The results showed that the samples of solid waste 1 containing a pH of 8.8, independent CN of 0.14 mg / kg, and Au of 1.52 mg / kg. 2 samples of solid waste containing pH of 10.00, CN is free of 0.096 mg / kg, and Au by 4.41 mg / kg. 1 well water samples within 5 m of the processing location containing a pH of 5.71 and 0.011 ppm of free CN. 2 well water samples within 10 m of a processing site contains a pH of 6.16 and CN are free of <0.01 ppm. 3 well water samples within 40 m of the processing location containing pH by 6.52 and CN are free of <0.01 ppm. Citapeng river water samples within 500m of the location of the processing contains a pH of 6.91 and CN are free of <0.01 ppm. The quality of water sources meet the requirements of clean water at a minimum distance of 500 m from the processing center.

Keywords: gold, waste, processing, cyanidation

PENDAHULUAN

Sejarah pertambangan emas, sumber daya alam geologi terutama sumber daya mineral di Jawa Barat merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa, yang diperoleh melalui proses ruang dan waktu geologi yang panjang. Sukabumi adalah salah satu daerah yang melimpah hasil mineralnya. Daerah Cigaru, desa Kertajaya, kecamatan Simpenan merupakan salah satu daerah mineralisasi di kabupaten Sukabumi bagian selatan. Berbagai instansi pemerintah, Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan perusahaan terkait mencoba melakukan kegiatan eksplorasi di wilayah ini. Eksplorasi pertama dilakukan sejak zaman pendudukan Belanda di Indonesia tahun 1888 hingga tahun 1924. Mark P (1975), yang mempelajari stratigrafi daerah jampang dan dilanjutkan oleh Rab Sukanto (1975) dengan menyusun peta geologi wilayah jampang kulon. Sementara itu, Lembaga Geologi dan Pertambangan Nasional atau Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia/*Indonesia Institut Of Science* (LGPN-LIPI) yang sekarang berganti nama menjadi Pusat Penelitian (Puslit) Geoteknologi-LIPI, secara intensif melakukan kegiatan eksplorasi di daerah Cigaru, Jampang Kulon selama kurang lebih 15 tahun dalam kurun waktu 1980-1995. (maharani. Dkk, Laporan Praktik Kerja Lapangan I di Desa Kertajaya).

Area objek penelitian oleh Puslit Geoteknologi-LIPI adalah meliputi : Cimanggung, Cijiwa, Cigaru, Cigaru Haji, Ciengang, Cijombran, Cipondok Sisir, Ciawi Tali, Citapen, Cimerak, Cipeundeuy, Cikeresek, Cibojong Deet, Cijaha, Kebon Kacang, Cibeber, Cimulang, Cipaku, Pasir Keustik dan Tanjakan Keustik. Daerah penelitian ini selanjutnya disebut sebagai daerah Cigaru dan sekitarnya. Sejak tahun 1995 penelitian Puslit Geoteknologi-LIPI di daerah Sukabumi Selatan, dalam hal ini berkoordinasi dengan stasiun lapangan tambang percobaan Jampang Kulon-LIPI. Setelah berganti nama menjadi UPT Loka Uji Teknik.

Penambangan Jampang Kulon tahun 2001 penelitian bergeser dari topik eksplorasi bahan galian emas pada topik pengolahan hasil bahan galian menjadi kegiatan pembuatan basis data bahan galian.

Lokasi penelitian berdekatan dengan kantor UPT (Unit Pelaksana Teknis) Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI yaitu berada di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Secara geografis Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi berada pada posisi geografis daerah penelitian terletak antara 6°57'6''-6°59'8'' BT 106°36'8''-106°38'71'' LS dan secara administratif berbatasan langsung dengan Desa Loji di sebelah utara, Desa Langkapjaya Kecamatan Lengkong di sebelah timur, Desa Cihaur Kecamatan Simpenan dan Desa Waluran Kecamatan Waluran di sebelah selatan dan Desa Girimukti Kecamatan Ciemas dan Samudra Indonesia sebelah barat. Untuk mencapai lokasi praktik dari Kota Bandung berjarak ±-180 km.

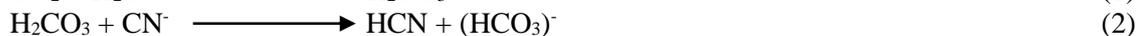
Kegiatan penambangan emas di daerah Cigadog, Kiara Konen, Boojong Deet, desa Kertajaya, kecamatan Simpenan, kabupaten Sukabumi ini merupakan tambang rakyat dengan sistem tambang bawah tanah. Peralatan yang digunakan pada kegiatan penambangan ini merupakan peralatan sederhana (manual). Pengolahan bijih emas masih dilakukan secara tradisional menggunakan metode sianidasi dan belum ada pengolahan limbah. Selain menghasilkan logam emas, proses ini juga menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah ini mempunyai potensi yang besar untuk mencemari lingkungan. Limbah padat ditampung dalam lubang-lubang pada beberapa lokasi. Sedangkan limbah cair dibuang langsung ke sungai. Limbah padat dan limbah cair yang terus bertambah selama penambangan masih berlangsung mempunyai potensi yang besar untuk mencemari tanah dan air di sekitar area penambangan. Oleh karena itu penelitian ini sangatlah menarik dilakukan untuk mengetahui pengaruh kegiatan penambangan terhadap kualitas tanah dan air di sekitarnya.

DASAR TEORI

Senyawa yang mengandung sianida (CN⁻) adalah termasuk B-3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Oleh karena itu pada pemakaiannya sebagai pelarut dalam proses pengambilan logam emas, konsentrasinya dibatasi sampai 1500 ppm. Proses pemurnian ini didasarkan pada proses yang terjadi dari bijih dengan suatu larutan natrium sianida atau suatu ekivalen sianida lalu setelah memisahkan

larutan dari pengotor, presipitasi emas, biasanya dilakukan dengan zink atau aluminium dan kadang-kadang dengan logam lain.

Senyawa asam sianida stabil pada pH <7 karenanya, senyawa NaCN mudah berubah bentuk menjadi asam sianida yang sangat beracun pada suasana asam. Agar senyawa sianida tetap sebagai NaCN dapat terjadi karena adanya absorpsi CO₂ dari udara, menurut reaksi berikut :

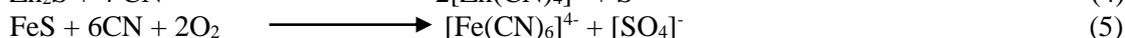
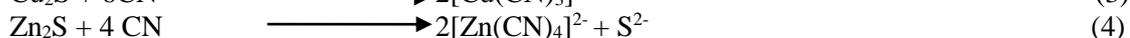
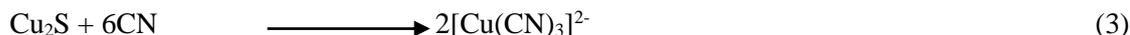


Kebiasaan larutan harus dijaga pada pH 10-11 biasanya dengan cara menambahkan kapur, tetapi kebiasaan yang terlalu tinggi (pH>11) akan menurunkan kelarutan emas didalam larutan sianida.

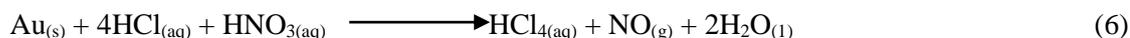
Oksigen dan sianida sangat diperlukan pada proses sianidasi bijih emas, karena kecepatan reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi kedua senyawa ini. Penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pelindian Au akan meningkat dengan naiknya konsentrasi sianida. Pada konsentrasi sianida rendah, kecepatan pelindian hanya tergantung pada konsentrasi sianida (konsentrasi oksigen tidak mempengaruhi), tetapi pada konsentrasi tinggi, kecepatan pelindian hanya tergantung pada konsentrasi oksigen.

Proses sianidasi dikontrol oleh konsentrasi oksigen dan konsentrasi sianida di dalam larutan, agar dicapai persen ekstraksi yang tinggi maka keberadaan kedua senyawa ini didalam larutan harus diamati dengan baik, artinya tidak ada manfaatnya meningkatkan konsentrasi sianida tetapi ternyata konsentrasi oksigen di dalam larutan rendah.

Di dalam bijih emas biasanya terdapat berbagai mineral sulfida seperti pirit, galena, arsenopirit, kalkopirit, kovelit, kalkosit. Mineral-mineral logam ini umumnya akan ikut terlarut ke dalam larutan sianida, sedang mineral pengotor kuarsa tidak larut ke dalam larutan sianida.



Dalam skala industri, pelindian sianidasi merupakan suatu proses hidrometalurgi yang paling ekonomis dan hingga kini telah diterapkan pada berbagai pabrik pengolahan emas di dunia. Istilah proses pelindian yang selektif dipakai dengan tujuan agar dapat memilih pelarut tertentu yang dapat melarutkan logam berharga tanpa melarutkan pengotornya. Logam emas sangat mudah larut dalam KCN, NaCN, dan Hg, sehingga emas dapat diambil dari mineral pengikatnya melalui amalgamsi (Hg) atau dengan menggunakan larutan sianida (biasanya NaCN). Selain itu emas dapat larut pada aquaregia, dengan persamaan reaksi :



Leaching sianida adalah proses pelindian selektif oleh sianidasi dimana hanya logam-logam tertentu yang dapat larut, misalnya Au, Ag, Cu, Zn, Cd, Co, dan lain-lain. Setelah menemukan garam sianida, Carl Wilhelm Scheele (swedia) membuktikan bahwa emas dapat terlarut dalam larutan sianida pada tahun 1783. Selanjutnya, melalui karya Elkington dan Bagration (Rusia, 1844), Elsner (Jerman, 1846), dan Faraday (Inggris, 1847), dipastikan bahwa setiap emas membutuhkan dua sianida, yaitu stoikiometri senyawa larut. Namun ekstraksi emas dengan menggunakan leaching sianida diterapkan pertama kali oleh John Stewart Mac Arthur yang dinadai dua bersaudara Dr. Robert dan Dr. William Forrest, di Glasgow, Scotland tahun 1887. Metode ekstraksi bijih emas dengan sianida yang dikenal sebagai proses MacArthur-Forrest merupakan proses hidrometalurgi yang paling ekonomis dan hingga kini telah diterapkan pada berbagai industri pengolahan emas didunia. Walau sesungguhnya banyak lixivians (leaching agen) lainnya yang dapat digunakan, antara lain :

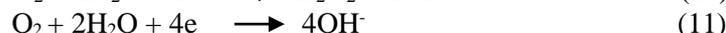
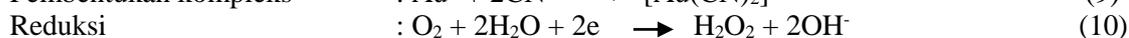
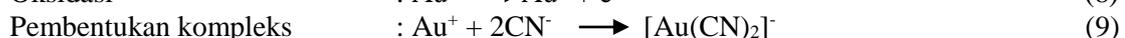
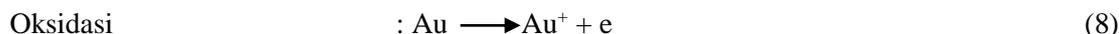
- Bromides (Acid and Alkaline)
- Chlorides
- Iodium-Iodida
- Thiourrea / Thiocarbamide (CH₄N₂S)

▪ Thiosulphate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

Untuk keperluan ekstraksi dari bijihnya, proses dengan melibatkan senyawa sianida dapat diterapkan pada ekstraksi logam emas. Emas membentuk berbagai senyawa kompleks Emas (I) oksida, Au_2O adalah salah satu senyawa yang stabil dengan tingkat oksidasi +1, seperti halnya tembaga, tingkat oksidasi +1 ini hanya stabil dalam senyawa padatan, karena semua larutan garam emas (I) mengalami dispropionasi menjadi logam emas dan ion emas (III) menurut persamaan reaksi :

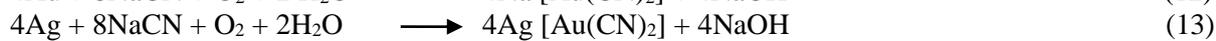


Pada pelindian sianidasi para peneliti sepakat bahwa sebelum membentuk senyawa kompleks dengan ion sianida, logam emas harus teroksidasi dahulu menjadi ion emas. Prosesnya merupakan proses redoks (reduksi-oksidasi) dimana ion sianida membentuk senyawa kompleks kuat dengan ion Au^+ dan diiringi dengan reduksi oksigen dipermukaan logam menjadi hidrogen peroksida atau menjadi hidroksil seperti reaksi berikut ini :



Ada banyak teori tentang pelarutan emas mulai dari Teori Oksigen Elsner, Teori Hidrogen Janin, Teori Hidrogen Peroksida Bodlanders, Teori korosi Boonstra, sampai Teori Pembuktian Kinetika dari Habashi. Teori yang paling banyak dipakai adalah Teori Oksigen Elsner dan Pembuktian Kinetika Habashi.

Teori Oksigen Elsner, reaksi pelarutan Au dan Ag dengan sianda adalah sebagai berikut :



Ada beberapa metode pelarutan emas dengan sianida antara lain :

1. Metode heap leaching

Metode *heap leaching* (pelindian tumpukan) yaitu : pelindian emas dengan cara menyiramkan larutan sianida pada tumbukan bijih emas (diameter bijih <10 cm) yang sudah dicampur dengan batu kapur. Air lindian yang mengalir di dasar tumpukkan yang kedap kemudian di kumpulkan untuk kemudian dilakukan proses berikutnya. Kemampuan ekstraksi emas berkisar 35-65%.

2. VAT leaching

Metode *VAT leaching* yaitu : pelindian emas yang dilakukan dengan cara merendam bijih emas (diameter bijih <5 cm) yang sudah dicampur dengan batu kapur dengan larutan sianida pada bak kedap. Air lindian yang dihasilkan kemudian dikumpulkan untuk dilakukan proses berikutnya. Proses pelindian berlangsung antara 3-7 hari dan setelah itu tangki dikosongkan untuk pengolahan bijih yang baru. Kemampuan ekstraksi emas berkisar 40-70%

3. Agitated tank leached

Metode pengolahan emas dengan *Agitated tank leach* adalah pelindian emas yang dilakukan dengan cara merendam bijih emas (diameter <0.15 cm) yang sudah dicampur dengan batu kapur dengan larutan sianida pada suatu tangki dan selalu diaduk atau diaerasi dengan gelembung udara. Lamanya pengadukan biasanya selama 24 jam untuk menghasilkan pelindian yang optimal. Air lindian yang dihasilkan kemudian dikumpulkan untuk kemudian dilakukan proses berikutnya. Kemampuan ekstraksi emas dapat mencapai lebih dari 90%

Pemisahan logam emas dari larutannya, dilakukan dengan cara :

- a. Pengendapan dengan menggunakan serbuk Zn (Zinc precipitation/Proses Merrill Crowe). Penggunaan serbuk seng (Zn) merupakan salah satu cara yang efektif untuk larutan yang mengandung konsentrasi emas kecil. Serbuk seng yang ditambahkan ke dalam larutan kaya, akan mengendapkan logam emas dan perak dalam bentuk ikatan seng emas yang berwarna hitam. Proses selanjutnya dilakukan penambahan asam sulfat pada endapan tersebut yang akan melarutkan seng dan meninggalkan emas sebagai residunya. Untuk meningkatkan perolehan emas dari proses merill

crowe dilakukan dengan cara melebur emas yang dicampur dengan borax dan siliceous fluxing agen pada temperatur 1200 °C

- b. Penyerapan dengan menggunakan karbon aktif. Penyerapan dengan menggunakan karbon aktif saat ini banyak digunakan dalam proses sianidasi pada skala industri pertambangan besar maupun pertambangan rakyat di Indonesia. Karbon aktif yang dipergunakan dapat berasal dari arang batok kelapa, maupun arang kayu yang lain dengan ukuran pallet yang dipergunakan umumnya berdiameter antara 1–2 mm. Kemampuan penyerapan emas dari arang batok kelapa ini mencapai 10–15 g emas untuk setiap kg-nya, namun umumnya hanya berkisar 2–5 g emas setiap kg-nya. Karbon aktif dapat digunakan pada larutan kaya yang sudah jernih melalui kolom maupun pada tangki pelindian, baik itu dengan cara menggantungkan karbon yang terletak pada kantong permeable (carbon in leach-CIL) maupun dengan mencampurkan karbon aktif langsung pada bubur campuran bijih (carbon in pulp-CIP).

Proses selanjutnya dilakukan pemisahan emas dari karbon yang dapat dilakukan dengan beberapa cara:

- 1) Membakar karbon yang mengandung emas sehingga yang akan tertinggal berupa abu dan logam emas. Cara ini paling sederhana namun sulit dikontrol apabila dilakukan di tempat terbuka. Jika terdapat kandungan merkuri dalam karbon tersebut akan menghasilkan asap merkuri yang beracun yang akan membahayakan penambang dan lingkungan
- 2) Merendam karbon (carbon stripping) tersebut pada larutan yang mengandung 2 g sianida per liter larutan dan dipanaskan dan dipanaskan sampai mendekati temperatur didih air (80–90 °C) pada tangki baja (stainless steel) selama paling tidak 2 hari. Larutan hasil proses ini kemudian diolah dengan proses merill crowe di atas atau dengan cara electro winning. (Permen-LH Nomor 23 Tahun 2008).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan teknik analisa data primer.

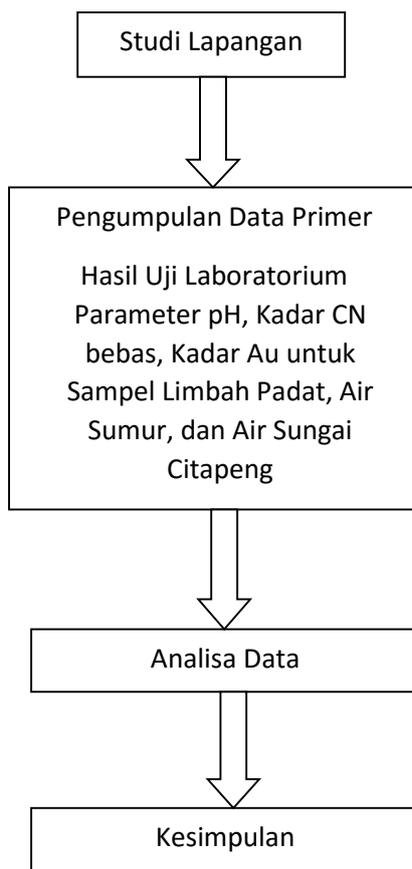
Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu :

- a. Studi literatur
- b. Studi lapangan
- c. Pengumpulan data primer

Data diperoleh dari hasil analisa laboratorium dari 6 buah sampel yang terdiri dari : 2 buah sampel limbah padat, 3 buah sampel air sumur, dan 1 buah sampel air sungai Citapeng

- d. Analisa data
- e. Menarik kesimpulan.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji analisa laboratorium dilakukan untuk 3 parameter, yaitu pH, kadar CN bebas, dan kadar Au, dengan metode :

- Analisa pH dengan metode pH (Metode Elektrometri/SNI 06-6989.11-2004).
- Analisa CN dengan metode spektrofotometri.
- Analisa Cu dengan metode AAS.

Hasil Analisa Limbah Padat

Limbah padat diambil dari 2 lokasi. Hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pH, Kadar CN bebas, Kadar Au pada Sampel Limbah Padat

Sampel	pH	Kadar CN bebas (mg/Kg)	Kadar Au (ppm)
1	8,80	0,14	1,52
2	10,00	0,096	4,41

Sumber : Uji Laboratorium, 2015

Berdasarkan Tabel 1. Limbah padat masih mengandung CN bebas yang cukup besar. Bila limbah padat ini terbawa air hujan atau meresap ke dalam tanah akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang bisa membahayakan kesehatan manusia. Kadar sianida untuk baku mutu air limbah sebesar 0,02 mg/L untuk air sungai golongan I, 0,05 mg/L untuk air sungai golongan II, 0,5 mg/L untuk golongan III, dan 1 mg/L untuk golongan IV (Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan

dan Lingkungan Hidup No. Kep-03/menklh/II/1991 Tanggal 1 Februari 1991, Lampiran XV). Dengan demikian apabila limbah padat terbawa air hujan dan kadar sianida dalam air melebihi baku mutu air limbah akan membahayakan kesehatan manusia.

Sianida dapat menghambat pertukaran oksigen pada mahluk hidup. Sianida juga bersifat toksik bagi ikan, kadar sianida 0,2 mg/L sudah mengakibatkan toksisitas akut bagi ikan. Kadar sianida perairan yang dianjurkan adalah sekitar 0,005 mg/L (Moore, 1991). Menurut WHO, kadar maksimum sianida yang mendapat cukup aerasi (aerob) hampir tidak pernah lebih 0,3 mg/L (Rump dan krist, 1992).

Hasil Analisa Air Sumur

Tabel 2. Data pH dan Kadar CN bebas pada Sampel Air Sumur

Sampel	Jarak dengan Lokasi Pengolahan (m)	pH	Kadar CN bebas (mg/L)
1	5	5,71	0,011
2	10	6,16	<0,01
3	40	6,52	<0,01

Sumber : Uji Laboratorium, 2015

Berdasarkan Tabel 2. kadar CN bebas masih memenuhi persyaratan air bersih untuk sampel 2 dan 3, yaitu <0,01 mg/L berdasarkan PERMENKES Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990. Sedangkan kadar CN bebas sampel 1 belum memenuhi syarat air bersih. Sedangkan untuk kadar pH sampel 3 masih memenuhi persyaratan air bersih, yaitu antara 6,5 – 9,0 berdasarkan PERMENKES Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990. Sedangkan pH sampel 1 dan 2 belum memenuhi syarat air bersih.

Berdasarkan Tabel 2. jarak air sumur dengan lokasi pengolahan sejauh 40 m adalah batas minimal yang diperbolehkan. Namun demikian bila proses penambangan masih terus berlangsung air sumur ini berpotensi besar untuk tercemar karena kadar CN bebas yang kemungkinan besar meningkat.

Hasil Analisa Air Sungai Citapeng

Tabel 3. Data pH dan Kadar CN bebas pada Sampel Sungai Citapeng

Sampel	Jarak dengan Lokasi Pengolahan (m)	pH	Kadar CN bebas (mg/L)
1	500	6,91	<0,01

Sumber : Uji Laboratorium, 2015

Berdasarkan Tabel 3. kadar CN bebas masih memenuhi persyaratan air bersih, yaitu <0,01 mg/L berdasarkan PERMENKES Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990. Hal ini disebabkan pemakaian larutan sianida pada proses pengolahan bijih emas sudah dibatasi konsentrasinya maksimal 1500 ppm sehingga tidak sampai mencemari air sungai Citapeng.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel limbah padat 1 mengandung pH sebesar 8,8, CN bebas sebesar 0,14 mg/kg, dan Au sebesar 1,52 mg/kg. Sampel limbah padat 2 mengandung pH sebesar 10,00, CN bebas sebesar 0,096 mg/kg, dan Au sebesar 4,41 mg/kg. Sampel air sumur 1 yang berjarak 5 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 5,71 dan CN bebas sebesar 0,011 ppm. Sampel air sumur 2 yang berjarak 10 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 6,16 dan CN bebas sebesar <0,01 ppm. Sampel air sumur 3 yang berjarak 40 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 6,52 dan CN bebas sebesar <0,01 ppm. Sampel air sungai Citapeng yang berjarak 500 m dari lokasi pengolahan mengandung pH sebesar 6,91 dan CN bebas sebesar <0,01 ppm.

Saran

Potensi pengolahan limbah *laundry* untuk *reuse* menggunakan metode seri biofilter koagulasi flokulasi perlu diteliti lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- Effendi, H. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- Halim, P.A., Selintung, M., Patanduk, J. “ Biosand Filter dengan Reaktor Karbon Aktif pada Pengolahan Limbah Cair Laundry.” Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, (2013)
- Jiang, J.Q., dan Graham, N.J.D. “Pre-polymerised Inorganic Coagulants and Phosphorus Removal by Coagulation – A Review.” Water SA 24(1998): 237 – 244.
- Nasution, S.P.P. “Pemulihan Kualitas Air Limbah Laundry dengan Reaktor Biofilter.” Tugas Akhir., Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS, (2013).
- Prihessy, Y. “Penurunan Kadar Deterjen Limbah Laundry dengan Cara Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif pada Merpati Laundry Mancasan Lor Depok Sleman.” Tugas Akhir., Teknik Lingkungan Sekolah Tinggi Teknik lingkungan, (1999).
- Rakhmah, F. “Pengolahan Air Limbah Industri Laundry dengan Metode Koagulasi Kimia dan Elektrokimia.” Tugas Akhir., Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB, (2013).
- Rakhmawati, A.P. “Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Reaktor Biofilter dan Koagulasi Flokulasi.” Tugas Akhir., Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS, (2012).
- Said, N.I. Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta “Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan. Jakarta : Pusat Teknologi Lingkungan, 2008.
- Turk, S.S., Petrinic, L., dan Simonic, M. “Laundry Waste Water Treatment Using Coagulation and Membrane Filtration.” Resource, Conservation and Recycling 44(2005): 185 – 196.
- Volk C., Bell K., Ibrahim E., Verges D., Amy G., and Lechevallier M. “Impact of Enhanced and Optimized Coagulation on Removal of Organic Matter and Its Biodegradable Fraction in Drinking Water.” Wat. Res 34(2000): 3247 – 3257.

Halaman ini sengaja diosongkan