

Analisis Recovery Emas Hasil Pulverized Bottle Roll Test terhadap Bijih Emas Transisi Kandungan Tembaga Tinggi di PT Bumi Suksesindo Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur

Amanida Meta Raifidia*, Pramusanto, Elfida Moralista

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*amanidameta97@gmail.com

Abstract. PT Bumi Suksesindo is one of the companies that conducts gold ore processing with leaching. Gold ore processing before being carried out on a large scale, it is necessary to know in advance its characteristics through testing in the laboratory. There are types of gold ore that are difficult to process, namely high- copper transition gold ore. It is the copper content greater than 600 gpt with gold content above COG (Cut Off Grade) of 0,38 gpt. The presence of copper can affect the leaching process of gold, because copper can also be leached by cyanide. Therefore, testing with the Pulverized Bottle Roll Test is conducted to be able to determine the ability to extract gold ore in a short but with a good accuracy. The purpose of the experiment was to determine the % recovery of gold ore leaching using fine ore, with a variety of parameters that affect the leaching process, namely the grain size and the concentration of cyanide used. To determine the highest % Au recovery, variations were made in the sizes P80 + 75 μm , P80 + 106 μm , and P80 + 150 μm , each of which varied with the NaCN concentration of 500 ppm, 750 ppm, and 1000 ppm, with a leaching time of 48 hours. Furthermore, samples were taken at the 2nd, 4th, 6th, 24th, 30th and 48th hours and from the residual solids. Next, an analysis of Au, Ag, and Cu levels was carried out with AAS (Atomic Absorption Spectrometer). Based on the test results obtained the highest % recovery results in all three sizes when viewed at an optimal time of 24-30 hours, seen in the size of P80 + 75 μm and P80 + 106 μm which is influenced by NaCN concentration, while the size of P80 + 150 μm needs excess time until 30 hours, the use of NaCN concentration at 750 ppm, and enough time to get a gold recovery above 85% is 24 - 30 hours.

Keywords: Gold Processing, Transition gold ore, Pulverized Bottle Roll Test

Abstrak. PT Bumi Suksesindo merupakan salah satu perusahaan yang melakukan pengolahan bijih emas dengan proses leaching atau pelindian. Pengolahan bijih emas sebelum dilakukan dalam skala besar, perlu diketahui terlebih dahulu karakteristiknya melalui pengujian di laboratorium. Terdapat jenis bijih emas yang sulit untuk dilakukan pengolahan yaitu bijih emas transisi kandungan tembaga tinggi. yaitu dengan kandungan tembaga lebih besar dari 600 gpt dengan kadar emas di atas COG (Cut Off Grade) sebesar 0,38 gpt. Adanya tembaga ini dapat mempengaruhi proses pelindian emas, karena tembaga juga dapat terlindi oleh sianida. Oleh karena itu, pengujian dengan Pulverized

Bottle Roll Test dilakukan untuk dapat menentukan kemampuan ekstraksi bijih emas dalam waktu singkat namun dengan akurasi yang baik. Tujuan dari percobaan tersebut adalah untuk mengetahui % recovery dari pelindian bijih emas menggunakan bijih halus, dengan berbagai variasi parameter-parameter yang mempengaruhi proses pelindian, yaitu ukuran butir dan konsentrasi sianida yang digunakan. Untuk menentukan % recovery emas paling tinggi dilakukan variasi pada ukuran P80 +75 μm , P80 +106 μm , dan P80 +150 μm yang ketiganya masing-masing divariasikan lagi dengan konsentrasi NaCN 500 ppm, 750 ppm, dan 1000 ppm, dengan waktu pelindian selama 48 jam. Selanjutnya diambil sampel pada jam ke-2, 4, 6, 24, 30, dan 48 serta dari padatan residunya. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap kadar Au, Ag, dan Cu dengan AAS (Atomic Absorption Spectrometer). Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil % recovery paling tinggi pada ketiga ukuran jika dilihat pada waktu optimal dari 24 – 30 jam, dengan perbedaan pada ukuran P80 +75 μm dan P80 +106 μm yang dipengaruhi konsentrasi NaCN, sedangkan ukuran P80 +150 μm perlu waktu berlebih sampai 30 jam, penggunaan konsentrasi NaCN pada 750 ppm, dan waktu yang cukup untuk mendapat recovery emas di atas 85% adalah selama 24 – 30 jam.

Kata kunci: Pengolahan Emas, Bijih Emas Transisi, *Pulverized Bottle Roll Test*

1. Pendahuluan

Pertambangan merupakan sektor utama dalam suatu negara untuk pembangunan. Untuk itu suatu bahan galian yang ditambang akan lebih baik diolah terlebih dahulu untuk meningkatkan nilai jualnya. Seperti yang disebutkan dalam Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 bahwa bahan tambang dilarang diekspor dalam bentuk mentah. Sehingga secara arti lain bahan tambang ini perlu diolah agar lebih meningkatkan keuntungan. Salah satu bahan tambang yang dinilai mahal saat ini adalah emas. Emas merupakan jenis bahan galian epitermal yang mana keterdapatannya cukup sulit dijangkau di dalam bumi. Serta keterdapatannya yang berasosiasi dengan mineral lain. Akan hal-hal tersebut juga emas dinilai mahal.

Terdapat berbagai macam pengolahan bijih emas. Namun, dari banyaknya metode pengolahan emas, metode pelindian (heap leach) dengan menggunakan sianida banyak digunakan, selain dinilai cukup mudah dan dapat dilakukan dalam skala kecil terlebih dahulu, cara ini juga tidak terlalu membahayakan bagi lingkungan karena sianida dapat terurai ke lingkungan serta penggunaannya yang dapat digunakan kembali (Cetin, C. Mahir, dkk, 2017). Pada dasarnya emas yang akan dilakukan pelindian harus diuji terlebih dahulu karakteristiknya, berdasarkan parameter ukuran partikel bijih, konsentrasi sianida, dan waktu pelindian agar menghasilkan pelindian yang sempurna dan maksimal.

Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara Bottle Roll Test (J.C. Yannopolous, 1991) yang diketahui merupakan pengujian yang mudah dengan perolehan data yang cepat serta memang digunakan untuk pengolahan emas menggunakan sianidasi. Dari pengujian ini utamanya dapat diketahui ukuran bijih yang dianjurkan sebagai feed, konsumsi konsentrasi sianida, dan waktu untuk melakukan pelindian dalam merancang proses sianidasi emas. Terdapat standarisasi atau cara umum yang dilakukan dalam *Bottle Roll Test*, khususnya untuk *Pulverized Bottle Roll Test* dengan ukuran bijih yang halus sehingga memungkinkan emas terlindi sempurna, namun pada beberapa jenis emas yang sulit diolah dengan kata lain tingkat recovery rendah karena adanya logam lain yang mengganggu atau biasanya merupakan jenis emas transisi yang memiliki kandungan tembaga (Cu) tinggi, memerlukan perlakuan yang berbeda dengan pengujian standar. Untuk itu diperlukan pengujian beberapa alternatif agar pelindian pada jenis emas tersebut maksimal.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dibuat tujuan penelitian berikut

ini:

1. Mengetahui ukuran partikel bijih emas transisi kandungan tembaga tinggi yang menghasilkan % *recovery* emas paling tinggi pada pengujian *Pulverized Bottle Roll*.
2. Mengetahui konsentrasi sianida yang menghasilkan % *recovery* emas paling tinggi dari bijih emas transisi kandungan tembaga tinggi pada pengujian *Pulverized Bottle Roll*.
3. Mengetahui waktu pelindian yang menghasilkan % *recovery* emas paling tinggi dari waktu 2 – 48 jam pelindian pada pengujian *Pulverized Bottle Roll*.
4. Mengetahui banyaknya semen yang dikonsumsi pada tiap pengujian *Pulverized Bottle Roll*.

2. Landasan Teori

2.1 Pengolahan Emas

Emas memiliki berbagai karakteristik, sebagaimana diketahui emas merupakan logam yang berasosiasi dengan logam lainnya. Sehingga mineral pengotor lainnya akan berbeda-beda pula. Terdapat berbagai macam cara pengolahan emas, yaitu dapat dengan cara amalgamasi, flotasi, heap leach, dump leach, dan lainnya. Dari semua pengolahan emas, metode alternatif yang dapat digunakan adalah dengan metode heap leach. Metode tersebut dianggap relatif murah dan paling ramah lingkungan karena menggunakan larutan sianida yang dapat mudah terurai di air, seperti yang dilakukan di PT Bumi Suksesindo yang sangat memperhatikan lingkungan sekitar, serta tambang emas lainnya yang memiliki karakteristik emas kadar rendah di J Resource Asia Pasifik (Tbk). Selain itu digunakan juga untuk emas dengan tipe oksidasi, transisi, dan sulfida yang mana keterdapatannya menyebar dalam skala medium dan banyak di Indonesia. Awal mula digunakannya heap leach yaitu pada pertambangan emas Carlin Mine tahun 1970 di Nevada.

Berikut faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses heap leach (Marsden dan House, 2009):

1. Konsentrasi sianida dan oksigen terlarut
Antara konsentrasi sianida dan oksigen terlarut saling berhubungan yaitu berkaitan dengan laju reaksi pelarutan. Jika konsentrasi sianida rendah maka laju dikendalikan sianida, sedangkan jika tinggi maka oksigen yang berperan. Semakin tinggi konsentrasi oksigen maka akan semakin cepat laju larutannya. Hal tersebut merupakan alasan adanya hidrogen peroksida dalam reaksi kimia proses heap leach agar reaksi lebih cepat.
2. Temperatur atau kelembaban
Laju pelarutan emas juga dipengaruhi temperatur. Semakin tinggi temperatur yang ada saat pelarutan, maka akan meningkatkan aktivitas ion-ion dalam larutan yang mengakibatkan laju pelarutan semakin cepat.
3. pH
Seperti yang telah disebutkan bahwa proses heap leach ini dijaga pada suasana basa. pH yang sesuai adalah yang disesuaikan dengan viskositas slurry, pengendapan slurry, presipitasi ion-ion, serta adanya laju pelarutan logam lain yang ada.
4. Ukuran partikel bijih
Semakin besar ukuran partikel bijih, maka akan semakin sedikit reagen yang akan terkena, berbeda dengan yang berukuran halus, pelindian akan semakin cepat. Namun, pada suatu waktu ukuran partikel bijih yang terlalu halus dapat memperlambat laju pelindian, akibat adanya mineral lain yang ikut menyerap reagen.
5. Keberadaan ion logam lain
Pada dasarnya secara tradisional adanya logam lain seperti merkuri, bismut, dan timbal dapat mempercepat laju pelarutan emas. Hal tersebut dikarenakan logam-logam tersebut membentuk kation-kation yang mencegah pasifasi akan adanya mineral sulfida. Mineral sulfida disini yang tidak larut seperti kuarsa akan memperlambat laju pelarutan. Untuk menanggulangnya adalah dengan cara menambahkan garam Pb atau kapur sebelum proses sianidasi.

2.2 Pengujian Sianidasi

Terdapat 2 pengujian utama yang biasa digunakan untuk menguji karakteristik bijih emas tersebut, yaitu Short Column Test dan Bottle Roll Test. Dalam penelitian, yang dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan prosedur yang sesuai, serta berhubungan dengan penelitian ini adalah Bottle Roll Test saja.

Pengujian Bottle Roll dinilai paling mudah diaplikasikan dan menghasilkan data yang cepat serta cukup akurat untuk mengetahui durasi pelindian, ukuran partikel yang akan dimasukkan, serta konsentrasi dari sianida yang digunakan. Keuntungan-keuntungan dari pengujian tersebut menandakan pengujian ini dapat diaplikasikan pada laboratorium untuk waktu yang cukup singkat dibandingkan dengan Column Test. Meskipun begitu, pada perusahaan yang menerapkan metode pengolahan emas dengan heap leaching pada umumnya akan dilakukan pengujian keduanya.

Umumnya proses pengujian Bottle Roll pada ukuran bijih halus dilakukan selama 48 sampai 96 jam ke atas. Pada beberapa kasus bahkan pelindian dijaga sampai 24 jam saja. Ukuran partikel bijih yang dimasukkan biasanya $-150\ \mu\text{m}$ atau lebih halus. Sedangkan untuk konsentrasi sianida standarnya digunakan 1 kg/ton tanpa adanya pengujian sianida terlebih dahulu. Pengujian standar tersebut dapat berjalan maksimal pada bijih emas dengan jenis bijih oksida maupun bijih emas sulfida. Namun, pada beberapa bijih emas yang memiliki kelarutan berbeda dalam hal ini dapat menyerap sianida dan oksigen berlebih, penggunaan standar pengujian Bottle Roll kemungkinan dapat berjalan kurang maksimal, seperti pada bijih transisi yang kebanyakan mengandung tembaga yang tinggi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Sampel Bijih

Bijih emas transisi yang menjadi sampel pada percobaan terdapat adanya mineral sulfida yang dapat ikut terlindi dengan NaCN sehingga hasil yang didapatkan bervariasi. Hal tersebut dikarenakan kemungkinan jumlah mineral sulfida tersebut, tidak sama pada tiap ukuran yang dijadikan variasi percobaan. Hal tersebut juga dapat disebabkan karena kondisi sampel yang telah teralterasi jika terlihat secara fisik. Sehingga, dengan adanya variasi pada ukuran menunjukkan mana yang lebih optimal dalam perolehan emasnya. Begitu juga dengan dugaan adanya tembaga yang tinggi. Pada hasil diperoleh hasil perolehan tembaga (Cu) di atas perak yang mana akan sangat mengganggu dan dalam hal ini tembaga bukan logam yang diinginkan dalam proses pengolahan emas.

Selain variasi pada ukuran, dilakukan juga variasi konsentrasi NaCN yang digunakan dalam percobaan ini. Berdasarkan teori kebutuhan Au, Ag, dan Cu berbanding 2:1. Sehingga jika dilihat dari hasil konsentrasi pada head kebutuhan total NaCN untuk melindi seluruh logam tersebut adalah 2.323,72 ppm. Maka, untuk mengambil emasnya saja tidak diperlukan konsentrasi NaCN sebanyak itu, sehingga penggunaan variasi dibuat dengan mempertimbangkan adanya pengotor yang mungkin ikut terlindi yakni setengahnya bahkan seperempatnya, yaitu 1.000 ppm, 750 ppm, dan 500 ppm. Penentuan bijih emas transisi yang digunakan pada penelitian dapat dilakukan dengan mengetahui Head kadar (grade) dari Au, Ag, dan Cu. Dengan catatan lain kadar Au-nya tidak kurang dari Cut Off Grade, dalam hal ini juga yang diberlakukan di PT Bumi Suksesindo untuk bijih emas transisi adalah di atas 0,38 gpt. Sampel yang digunakan diketahui dari *head grade* dapat dilihat pada **tabel 1**.

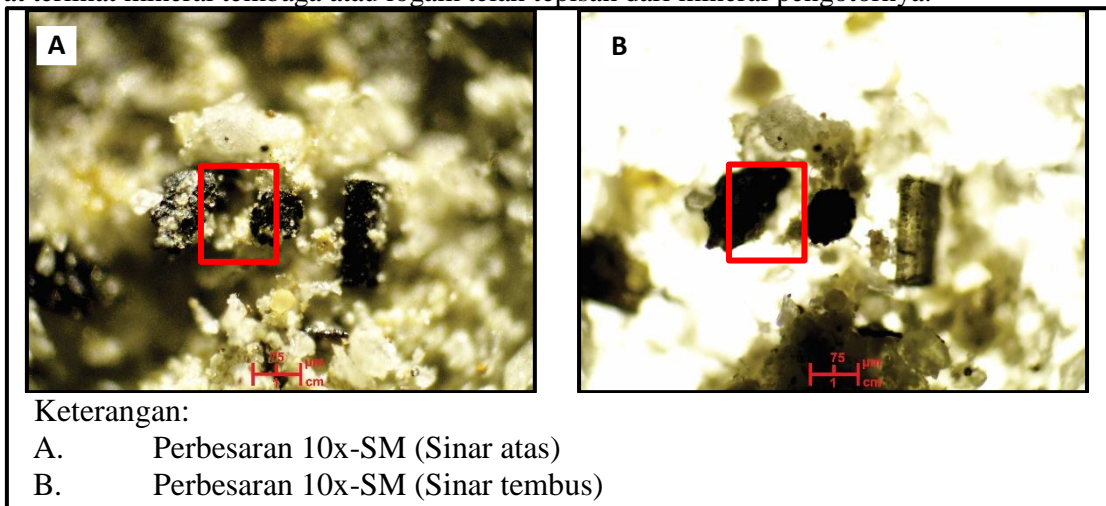
Tabel 1. Data *Head Grade* Sampel PBRT

Logam	<i>Head Grade</i> (gpt)
Au	1,66
Ag	7,20

Cu	1.154
----	-------

Sumber: Data Penelitian PBRT, 2019

Dapat dilihat juga pada kandungan mineral dari hasil pengamatan mikroskop logam (Mikroskop Trinokuler). Hasil foto dapat dilihat pada gambar 1. Bijih yang sudah dihaluskan dengan ukuran -100 mesh dapat dilihat logam yang diindikasikan merupakan mineral tembaga memiliki bentuk yang tidak sempurna (irregular) seperti cirinya yang memang dapat berbentuk demikian, namun secara umum bentuk mineral tembaga yaitu kubus berpusat muka (isometric cubic). Jika dilihat pada hasil aslinya menggunakan Software AmScope 3.7 dapat dilihat adanya warna hijau kebiruan yang menandakan adanya logam Cu. Pada ukuran ini dapat terlihat mineral tembaga atau logam telah terpisah dari mineral pengotornya.

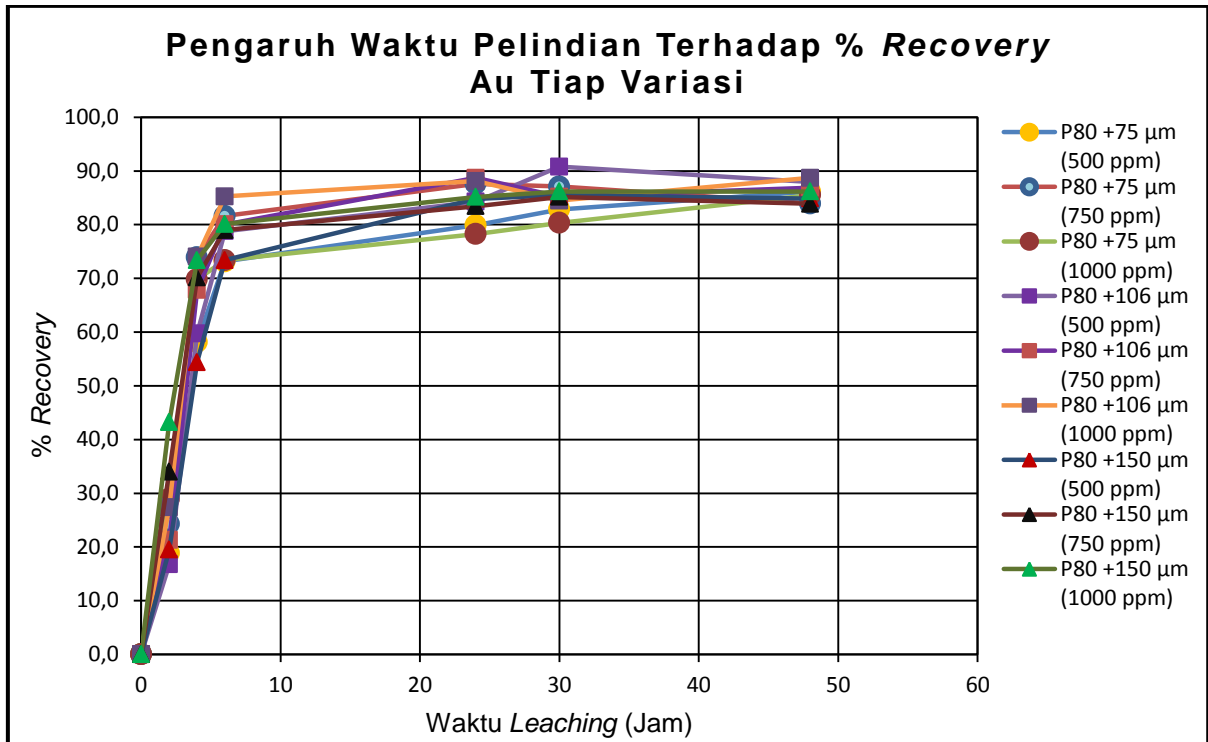


Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2019

Gambar 1. Hasil Mikroskop Mineral dari Batuan Sampel

3.2 Analisa Keseluruhan Variasi

Secara keseluruhan grafik-grafik tiap pengujian dikelompokkan berdasarkan hasil tiap logam saja emas (Au), perak (Ag), dan tembaga (Cu). Tujuannya adalah untuk menunjukkan ciri kecepatan reaksi tiap ukuran dan konsentrasi NaCN yang digunakan serta menunjukkan analisis % recovery yang paling tinggi. Secara keseluruhan kinetika leaching percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada % recovery Au (gambar 5.2), % recovery Ag (gambar 5.3), % recovery Cu (gambar 5.4).



Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Pelindian Terhadap % Recovery Au Tiap Variasi

Dari grafik secara keseluruhan, dikelompokkan berdasarkan hasil optimal yaitu pada jam ke 24 dan 30 pada tiap variabel percobaan, yang dibagi menjadi 3 yaitu recovery rendah ($\leq 80,5\%$), menengah ($80,5\% - 85,5\%$), dan tinggi ($\geq 85,5\%$). Pengelompokan disajikan menggunakan **tabel 2**.

Tabel 2. Pengelompokan % Recovery Au Optimal Tiap Variabel

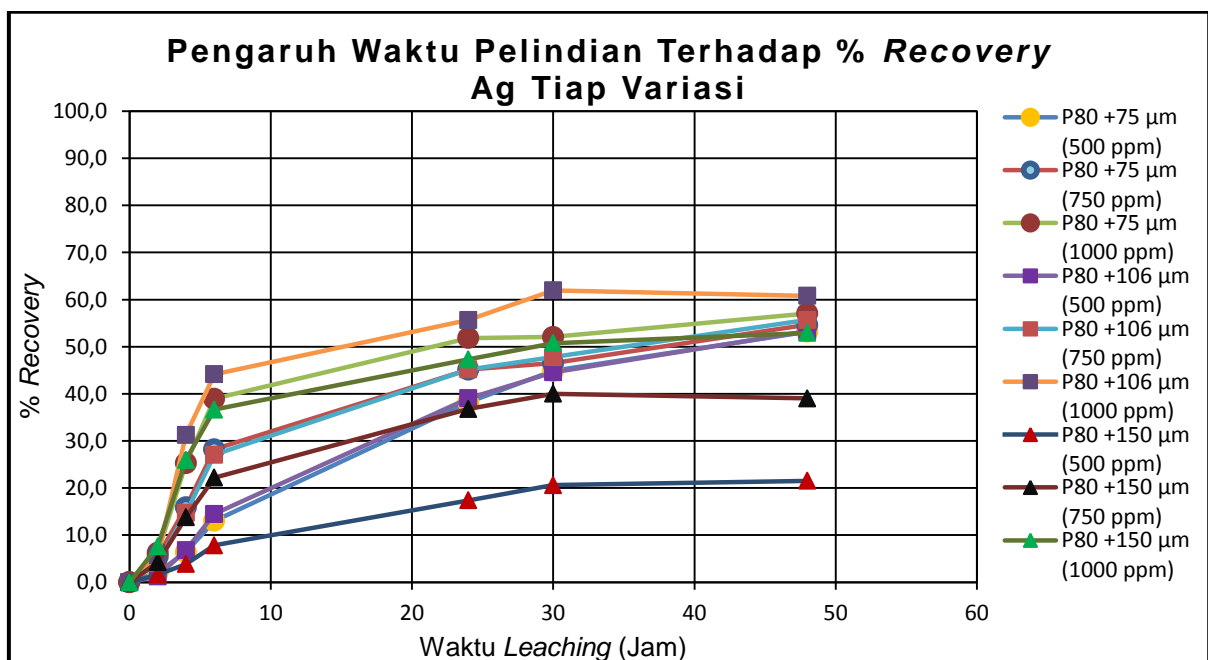
Ukuran butir (micron)	Konsentrasi NaCN (ppm)	% Recovery pada jam ke-		% Penurunan	% Kenaikan	Klasifikasi recovery pada jam ke-	
		24	30			24	30
P80 +75	500	79,9	82,9		3,75	Rendah	Menengah
P80 +75	750	87,6	87,1	0,57		Tinggi	Tinggi
P80 +75	1000	78,3	80,3		2,55	Rendah	Rendah
P80 +106	500	84,3	90,8		7,71	Menengah	Tinggi
P80 +106	750	88,7	85,2	3,94		Tinggi	Menengah
P80 +106	1000	88,1	84,5	4,09		Tinggi	Menengah
P80 +150	500	84,8	85,5		0,82	Menengah	Tinggi
P80 +150	750	83,4	85,2		2,16	Menengah	Menengah
P80 +150	1000	85,2	86,2		1,17	Menengah	Tinggi

Sumber: Data Penelitian PBRT, 2019

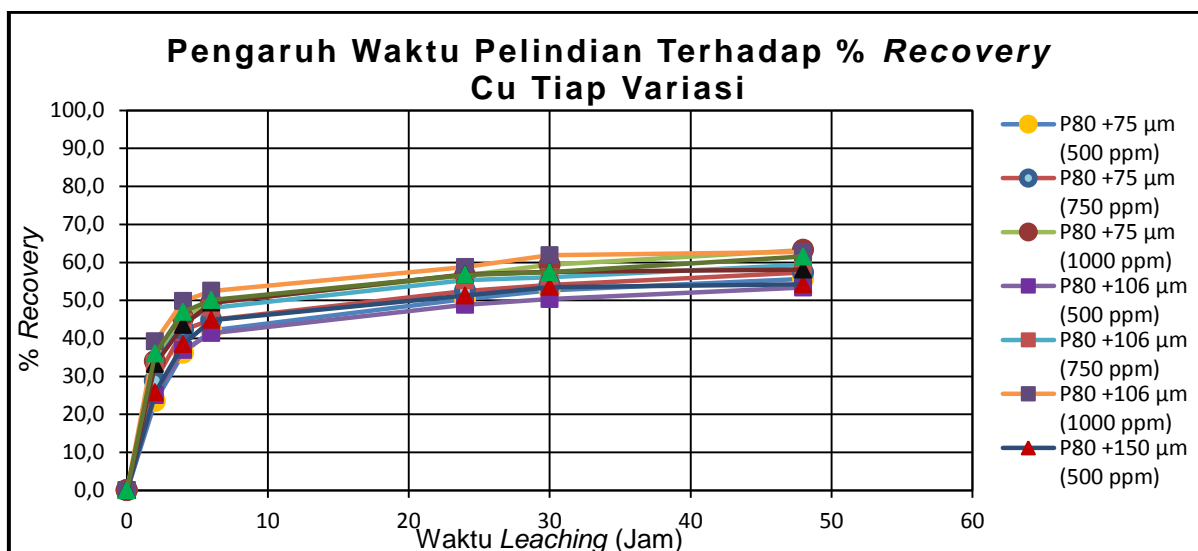
Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa dari waktu 24 jam ke 30 jam terdapat tiga perbedaan, yaitu % recovery yang awalnya pada keadaan tinggi tetap tinggi, dari tinggi menjadi menengah, dan dari menengah menjadi tinggi. Variasi yang stabil meningkat sesuai dengan anggapan dasar dimana seiring bertambahnya waktu % recovery emas meningkat, serta menghasilkan % recovery paling tinggi pada penggunaan konsentrasi NaCN yang lebih tinggi juga, diperoleh pada ukuran P80 +150 μm . Sedangkan, pada ukuran P80 +75 μm dan

P80 +106 μm diperoleh % recovery yang turun pada penggunaan konsentrasi NaCN 750 dengan persen penurunan pada P80 +75 μm sebesar 0,57% dan pada P80 +106 μm sebesar 3,94%. Namun, pada ukuran P80 +106 μm juga mengalami penurunan pada penggunaan konsentrasi NaCN 1.000 ppm sebesar 4,09%. Hal tersebut perlu diketahui kemungkinan bahwa logam memiliki suatu lapisan atau penghalang ataupun karakteristik logam yang sulit dijangkau yang akan menghalangi proses pelindian, adalah suatu penghalang seperti adanya karbon aktif dalam logam atau ada logam lain yang ikut terlindi seperti adanya tembaga yang lebih banyak. Kemungkinan lainnya juga pada variasi ukuran tersebut membutuhkan konsentrasi NaCN yang lebih untuk mempertahankan recovery di kategori tinggi dan atau dibutuhkannya bantuan dengan reagen lain.

Jika dilihat pada variasi yang dilakukan pada penelitian, dapat diketahui bahwa pengolahan untuk bijih emas transisi kandungan tembaga tinggi di PT BSI dengan cara Pulverized Bottle Roll Test menghasilkan recovery emas yang lebih berpengaruh pada berbagai ukuran butir dan tidak terlalu berpengaruh pada berbagai penggunaan konsentrasi NaCN, yang mana pada kategori recovery tinggi pada waktu optimal tidak didominasi oleh satu variasi saja. Namun, yang perlu diperhatikan adalah tergantung pada pengolahan yang diinginkan nantinya, seperti untuk pengadukan saja atau pada proses milling dapat dipilih yang menghasilkan recovery tinggi dengan cepat, sedangkan jika hanya akan dipertahankan pada metode Heap Leach maka tiap variasi yang telah dicoba dapat dilakukan semuanya dengan pertimbangan konsumsi reagen dan proses penggilingan yang lebih ekonomis sesuai kebutuhan lapangan. Seperti contohnya pada ukuran paling halus P80 +75 μm akan dibutuhkan proses penghalusan yang lebih lama sehingga membutuhkan biaya yang kemungkinan besar lebih banyak, dibandingkan dengan ukuran yang lebih kasar namun masih dapat menghasilkan recovery tinggi.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Pelindian Terhadap % Recovery Ag Tiap Variasi



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Pelindian Terhadap % Recovery Cu Tiap Variasi

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian *Pulverized Bottle Roll Test* terhadap bijih emas transisi kandungan tembaga tinggi yang telah dilakukan di PT Bumi Suksesindo, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis mengenai % recovery atau perolehan emas dari proses leaching emas yang memiliki kandungan tembaga tinggi dari berbagai variasi ukuran P80 +75 µm, P80 +106 µm, dan P80 +150 µm sama-sama didapat perolehan paling tinggi yakni $\geq 85,5\%$ jika dilihat dari waktu optimalnya, perbedaannya adalah pada ukuran P80 +75 µm dan P80 +106 µm lebih dipengaruhi konsentrasi NaCN yang digunakan karena mengalami penurunan pada penggunaan konsentrasi NaCN 750 ppm, sedangkan pada ukuran P80 +150 µm dipengaruhi waktu karena membutuhkan waktu berlebih untuk mendapatkan % recovery yang tinggi.
2. Pada dasarnya penggunaan variasi konsentrasi NaCN tidak terlalu signifikan, karena tentunya pada penggunaan NaCN yang tinggi kemungkinan hasil % recovery juga tinggi. Penggunaan optimal jika dilihat dari pengelompokkan % recovery Au paling tinggi, didominasi optimal pada penggunaan NaCN 750 ppm, Hal tersebut dapat dilihat dari hasil ukuran optimal yaitu pada P80 +75 µm diperoleh 87,6%, pada ukuran P80 +106 µm diperoleh 88,7%, sedangkan pada ukuran P80 +150 µm dapat digunakan pada ketiga variasi konsentrasi NaCN.
3. Pengujian dengan *Pulverized Bottle Roll Test* jika dilihat dari hasil % recovery didapat hasil optimal pada penggunaan 24 jam – 30 jam dari waktu standar yang digunakan di perusahaan dari 2 – 48 jam, Jika dilakukan kurang dari 24 jam hasil leaching belum mencapai target, sedangkan jika lebih dari 30 jam hasil menunjukkan penurunan maupun tetap serta tidak naik secara signifikan pada tiap variasi.
4. Konsumsi reagen yang digunakan adalah semen serta konsumsi NaCN. Penggunaan semen dan NaCN pada tiap variasi yang mengkonsumsi paling sedikit adalah pada ukuran butir P80 +150 µm.

5. Saran

Saran yang dapat dikemukakan untuk dapat mengoptimalkan hasil penelitian *Pulverized Bottle Roll Test* terhadap bijih emas transisi kandungan tembaga tinggi yang telah dilakukan di PT Bumi Suksesindo adalah sebagai berikut:

1. Penentuan ukuran bijih yang optimal untuk mendapatkan perolehan yang lebih akurat lagi, dapat dilakukan *diagnostic leach test* untuk memastikan *leachability* bijih emas transisi tersebut. Serta kandungan mineral yang ada pada tiap batuan sampel. Meskipun, ukuran yang tidak terlalu halus lebih disarankan untuk mereduksi biaya

- penghalusan. Selain itu, dapat dilakukan tes Fire Assay untuk memastikan kadar yang akurat.
2. Dengan penggunaan 500 ppm – 750 ppm NaCN sudah didapatkan perolehan yang cukup, sehingga lebih disarankan penggunaan yang paling rendah, Selain biaya yang dikeluarkan relatif rendah, juga untuk mempertahankan konsentrasi NaCN tidak terlalu sulit.
 3. Dapat dilakukan uji tambahan variasi waktu untuk mendapatkan waktu optimal yang lebih akurat. Penambahan uji optimalisasi dan blending juga dianjurkan untuk menentukan pengujian dalam skala besar. Hal tersebut bergantung pada karakteristik bijih di dalam batuan yang mungkin membutuhkan waktu lebih untuk dapat larut dengan pelindian.
 4. Konsumsi reagen dapat menjadi pertimbangan dalam memilih tiap parameter yang dapat menghasilkan % recovery di atas target. Sehingga penelitian diharuskan menggunakan reagen yang sama dengan menjaganya pada kondisi yang sama pula untuk meminimalisir ketidakakuratan hasil.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2014, Laporan Studi Kelayakan Pertambangan Emas DMP Di Desa Sumberagung Kecamatan Pesanggaran – Kabupaten Banyuwangi (Bab 6 Pengolahan dan Pemurian), PT Bumi Suksesindo: Kabupaten Banyuwangi.
- [2] Canavan, Matt dan Bishop, Julie, 2008, Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan untuk Industri Pertambangan - Pengelolaan Sianda, Australia Government: Canada.
- [3] Cetin, Mahir C., dkk, 2017, Bottle Roll Testing for Cyanidation of Gold Ores: Problem related to Standardized Procedure on Difficult-to-Process Ores, Makalah disajikan dalam Proceedings of the 3th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (MCM '17), Rome, Italy- June 8 - 10, 201.
- [4] Destianty, Yessi, 2017, Kajian Metode Batch Leaching untuk Karakteristik Geokimia Spent Ore Dari Proses Heap Leaching, Tesis Studi Teknik Pertambangan, Institute Teknologi Bandung: Bandung.
- [5] Eslake, Alan from Metcon Laboratories, 2008, Leaching Characteristics of Sulphide Mineralization from the Kay Tanda Project, Philippines: MRL Gold Philippines Inc.
- [6] Hedenquist, et al, 1996, Epithermal Gold Deposits Style: Characteristics and Exploitation, Publish by The Society of Resource Geology.0
- [7] Heinen, Harold J., dkk, 1978, Processing Gold Ores using Heap Leach-Carbon Adsorption Methods, U,S Dept, Of the interior, Bureau of Mines: Washington.
- [8] Kappes, Cassiday, and Associates (KCA), 2013, Eagle Gold Project Report of Metallurgical Test Work, Canada: Strata Gold Corporation.
- [9] Marsden, John O and House C, Lain, 2009, The Chemistry of Gold Extraction – Second Edition, United States of America: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- [10] Michaud, David, 2015, Cyanide Bottle Roll Leach Test - Leaching Procedure, www.911metallurgist.com, Diakses pada tanggal 8 Februari 2019.
- [11] Yannopolous, J, C, 1991, The Extractive Metallurgy of Gold, Van Nostrand Reinhold: New York.