

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN H₂O₂ TERHADAP KADAR OKSIGEN TERLARUT (DO) DAN % EKSTRAKSI PELINDIAN EMAS DAN PERAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOTTLE ROLL TEST (BRT) PADA BIJIH EMAS PT CIBALIUNG SUMBERDAYA

Dyah Probowati¹, Amanda Fahira²,

^{1,2}Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Mineral,
UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. Padjadjaran, Condongcatur, Yogyakarta 55283

Email: amandafahiraa@gmail.com²

+6281236964289²

Abstract

Indonesia has gold ore reserves spread across many regions, one of which is located in Cibaliung District, Pandeglang, Banten which is managed by PT. Cibaliung Resources. PT. This CSD uses the agitation leaching method by cyanidation, which in the cyanidation process has several parameters to increase the extraction percent, namely the pH value, cyanide concentration, leaching duration, agitation speed, solid percent, grain size, and dissolved oxygen. Oxygen in the process of cyanidation is very important because the speed of the react is affected by oxygen. Oxygen requirements differ in different types of ores, but the optimal amount of dissolved oxygen is about 6-8 ppm, to find out the optimal value of oxygen in the type of PT ore. Cibaliung Sumberdaya conducted research on the addition of H₂O₂ to dissolved oxygen levels using the bottle roll test method. This study used 30% H₂O₂ with 3 variations, namely without H₂O₂, 5% H₂O₂ and 10% H₂O₂ with a leaching time of 48 hours. The results obtained by the percentage of Au extraction without H₂O₂ injection are the highest, namely 83%, while in H₂O₂ injection 10% which is 76%, and with H₂O₂ injection 5% which is 70% and percent Ag extraction without H₂O₂ injection percent extraction is 66%, with 5% H₂O₂ injection which is 74%, and with 10% H₂O₂ injection which is 75%.

Keywords: Leaching, Dissolved Oxygen, Gold

Abstrak

Indonesia memiliki cadangan bijih emas yang tersebar di banyak daerah, salah satunya terdapat di Kecamatan Cibaliung, Pandeglang, Banten yang dikelola oleh PT. Cibaliung Sumberdaya. PT. CSD ini menggunakan metode pelindian agitasi dengan sianidasi, yang mana dalam proses sianidasi memiliki beberapa parameter untuk menaikkan persen ekstraksi yaitu nilai pH, konsentrasi sianida, lama pelindian, kecepatan agitasi, persen solid, ukuran butir, dan oksigen terlarut. Oksigen dalam proses sianidasi sangat penting karena kecepatan reaksi dipengaruhi oleh oksigen. Kebutuhan oksigen berbeda pada berbagai jenis bijih, tetapi jumlah optimal oksigen terlarut yaitu sekitar 6-8 ppm, untuk mengetahui nilai optimal oksigen pada jenis bijih PT. Cibaliung Sumberdaya dilakukan penelitian penambahan H₂O₂ terhadap kadar oksigen terlarut menggunakan metode *bottle roll test*. Penelitian ini menggunakan H₂O₂ 30 % dengan 3 variasi, yaitu tanpa H₂O₂, 5 % H₂O₂ dan 10% H₂O₂ dengan waktu pelindian 48 jam. Hasil yang didapat persen ekstraksi Au tanpa penambahan H₂O₂ paling tinggi yaitu 83%, sedangkan pada injeksi H₂O₂ 10% yaitu 76%, dan dengan injeksi H₂O₂ 5% yaitu 70% dan persen ekstraksi Ag tanpa

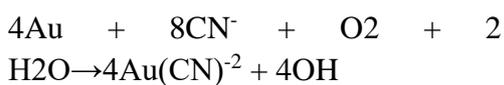
dilakukan injeksi H₂O₂ persen ekstraksi yaitu 66%, dengan injeksi H₂O₂ 5% yaitu 74%, dan dengan injeksi H₂O₂ 10% yaitu 75%.

Kata kunci: Pelindian, Oksigen Terlarut, Emas

Pendahuluan

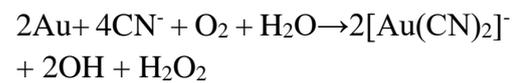
Leaching atau pelindian yaitu proses pemisahan suatu zat terlarut yang terdapat dalam suatu padatan dengan mengontakkan padatan tersebut dengan pelarut (*solvent*) sehingga padatan dan cairan bercampur dan kemudian zat terlarut terpisah dari padatan karena larut dalam pelarut. Pada ekstraksi padat cair terdapat dua fase yaitu fase *overflow* (ekstrak) dan fase *underflow* (rafinat/ampas) (Mc.Cabe, 1985).

Pelarut yang biasa digunakan dalam proses sianidasi berupa NaCN, KCN, Ca(CN)₂, atau campuran ketiganya. Pelarut yang paling sering digunakan adalah NaCN, karena mampu melarutkan emas lebih baik dari pelarut lainnya. Secara umum reaksi pelarutan Au adalah sebagai berikut:

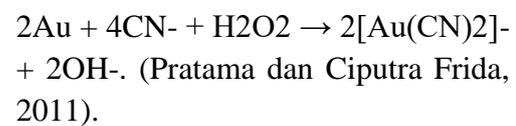


Oksigen ditambahkan untuk memperbaiki proses pelindian. Kapur hidrat ditambahkan untuk membuat pH alkalis untuk menghentikan pembentukan gas hydrogen sianida, yang sangat beracun dan tidak dapat melindungi emas (William.B.J, 2011). H₂O₂ berfungsi sebagai oksidator. Penggunaan H₂O₂ dalam larutan sianida telah diuji dan menunjukkan hasil dimana emas dapat terpisah secara cepat. Observasi ini menunjukkan bahwa emas

kemungkinan terpisah melalui reaksi yang melibatkan H₂O₂ sebagaimana reaksi berikut:



Lalu hydrogen peroksida bereaksi dengan emas dan sianida sebagaimana reaksi berikut:



Faktor-faktor yang mempengaruhi persen ekstraksi dan unjuk kerja proses sianidasi yaitu:

1. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) adalah salah satu reagen kunci dalam proses sianidasi emas, sesuai dengan reaksi pelindian, peranan oksigen adalah mengoksidasi atom emas (Au) menjadi kationnya (Au⁺) yang kemudian bereaksi dengan ion sianida (CN⁻) membentuk anion kompleks aurosianid (Au(CN)₂⁻) yang terlarut dalam larutan sianida. Oksigen yang digunakan dapat berasal dari udara, udara yang diperkaya O₂, oksigen murni, hydrogen peroksida (H₂O₂). Aerasi konvensional tipikal menghasilkan konsentrasi DO 3 – 8 ppm. Injeksi O₂ murni dapat menghasilkan 20 – 30 ppm DO.
2. Konsentrasi sianida Secara umum, perolehan (recovery) emas meningkat dengan meningkatnya konsentrasi sianida.
3. Ukuran partikel bijih menentukan tingkat perolehan dan laju pelarutan

- emas. Pada bijih yang mengandung cyanicides, laju sianidasi emas dapat menurun dengan semakin kecil ukuran partikel karena laju reaksi pengotor dengan sianida meningkat.
4. Persen padatan Pelindian biasanya dilakukan pada densitas slurry antara 35%-50% solid. Akibat-akibat negatif yang timbul akibat persen padatan yang terlalu tinggi: naiknya kekentalan slurry merupakan masalah dalam pengaliran slurry dan kemungkinan terjadi penyumbatan.
 5. Turunnya laju pelindian emas menurunkan kontak antara Au dan reagen. Menurunkan konsentrasi DO dan terbentuk gelembung-gelembung udara/oksigen yang berukuran besar (menurunkan laju pelindian. Naiknya kebutuhan energi untuk pengadukan dan beban pada motor untuk agitasi.
 6. pH slurry Nilai pH sianidasi dijaga dalam rentang 10-11 dengan menambahkan kapur (CaO atau CaCO₃). Peningkatan pH larutan menurunkan laju pelarutan Au akibat adsorpsi ion-ion OH⁻ pada permukaan bijih sehingga menurunkan luas permukaan Au yang aktif untuk pelindian. Namun pH yang basa juga diperlukan untuk mencegah konversi NaCN menjadi gas HCN yang beracun.
 7. Temperatur. laju pelindian emas meningkat dengan meningkatnya temperatur sampai sekitar 85°C, yang disebabkan oleh meningkatnya laju difusi spesi-spesi yang bereaksi. Pada temperatur yang lebih tinggi, kelarutan oksigen semakin turun. Waktu tinggal Waktu tinggal yang dibutuhkan bergantung pada karakteristik bijih yang dilindi.
 8. Waktu tinggal yang optimum untuk bijih dengan karakteristik tertentu dapat ditentukan dari pengujian di laboratorium (*pulverized bottle roll test, coarse bottle roll test, column test*). Waktu pelindian biasanya 24-48 jam. Pada sianidasi intensif (intensive cyanidation), waktu pelindian dipercepat dengan meningkatkan konsentrasi oksigen dan sianida.
 9. Intensitas pengadukan Laju pelindian emas pada kondisi normal biasanya dikendalikan oleh perpindahan massa yang mana bergantung pada ketebalan lapis difusi.
 10. Pengaruh mineral-mineral sulfida Mineral sulfida mengkonsumsi sianida dan oksigen selama pelindian. Mineral sulfida juga dapat membentuk lapisan pasif pada permukaan partikel emas yang mana dapat menurunkan perolehan dan laju pelindian (Ciputra Frida Pratama*, 2011) terjebak dalam mineral-mineral sulfida.
- Menurut penelitian “Pengaruh Penambahan H₂O₂ pada Sianidasi Emas dari Batuan Mineral”, disimpulkan bahwa proses sianidasi dengan H₂O₂ 0,1 M menghasilkan kandungan emas yang lebih tinggi yaitu 0,2% daripada sianidasi yang tanpa H₂O₂ dan menggunakan H₂O₂ 0,04 M dengan kandungan emas

berturut-turut 0,05% dan 0,1%. (Amanida Meta Raifidia, 2020).

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 untuk 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.

2. METODE PENELITIAN

Berikut adalah prosedur penelitian *bottle roll test* yang dilakukan:

1. Disiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Dihitung *head grade* sampel
3. Sampel *slurry* 3,5 liter dihitung pH, DO, persen solid, dan fraksi.
4. Setelah diketahui pH, DO, persen solid, dan fraksi selanjutnya ditambahkan kapur sebanyak 12 gram, lalu menambahkan NaCN ke dalam sampel.
5. Setelah kapur dan NaCN telah ditambahkan ke dalam sampel, sampel dibagi menjadi 3 kedalam *bottle roll* masing masing 1 liter
6. Running *bottle roll* dengan kecepatan 32 rpm.
7. Dihitung pH, DO, konsentrasi NaCN, dan mengambil sampel solution 15ml untuk di cek kadar Au dan Ag pada setiap 15 menit,

2 jam, 4 jam, 8 jam, 12 jam, 24 jam, dan 48 jam.

8. Penginjeksian H₂O₂ setiap 3 jam sekali.
9. Titrasi 5 ml solution yang dicampurkan dengan 4 tetes rhodanin dengan titran AgNO₃ untuk mengetahui konsentrasi NaCN
10. Solution dimasukan kedalam *tube test* sebanyak masing masing 5 ml untuk 2 sampel Au dan Ag lalu dibawa ke lab untuk di analisis kadarnya menggunakan AAS.
11. Dihitung *calculated head grade*, dan persen ekstraksi.

3. PEMBAHASAN

Sebelum melakukan penelitian di tentukan beberapa parameter yang akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, yang dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisa persen ekstraksi yang telah ditentukan kadarnya pada setiap sampel yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1.

Parameter operasi *leaching*

Parameter	Tanpa H2O2	H2O2 5%	H2O2 10%
Volume (ml)	1000	1000	1000
% solid	41%	41%	41%
Fraksi (%)	94%	94%	94%
pH awal	7,47	7,47	7,47
DO awal	0	0	0
CN awal (ppm)	100	100	100
CN 8 jam (ppm)	700	690	680
Kadar Au awal (solution)	0,15	0,15	0,15
Kadar Ag awal (solution)	0,18	0,18	0,18
Kadar Au awal (solid)	4,87	4,87	4,87
Kadar Ag awal (solid)	32	32	32

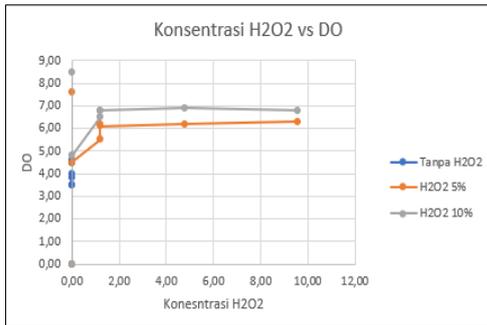
Tabel 2.

Hasil analisa persen ekstraksi sampel

Sample	% Ekstraksi						
	0,25	2	4	8	12	24	48
Tanpa H2O2	Au	37%	60%	65%	73%	74%	83%
	Ag	25%	38%	45%	48%	51%	66%
H2O2 5%	Au	45%	63%	71%	76%	71%	70%
	Ag	38%	46%	54%	56%	58%	74%
H2O2 10%	Au	53%	65%	66%	73%	66%	76%
	Ag	42%	46%	55%	49%	52%	39%

3.1. Pengaruh H₂O₂ terhadap

Dissolved Oxygen



Gambar 3.1.

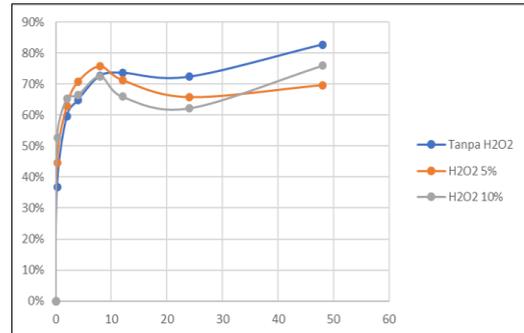
Grafik pengaruh H₂O₂ terhadap *dissolved oxygen*

Dilihat pada Gambar 3.1 penginjeksian H₂O₂ dapat menaikkan DO terbukti bahwa penambahan Hidrogen Peroksida dapat meningkatkan oksigen terlarut dalam *slurry*. Hal tersebut ditandai dengan adanya gelembung kecil dan gelembung besar pada saat pengamatan pada sampel *slurry*. Gelembung udara tersebut terdistribusi secara merata ke dalam *slurry* sehingga meningkatkan nilai oksigen terlarut, dengan penginjeksian selama 48 jam 5% H₂O₂ DO akhir yaitu 6,3 ppm sedangkan penginjeksian 48 jam 10% H₂O₂ DO akhir yang didapat yaitu 6,8 ppm.

3.2. Pengaruh Oksigen Terlarut terhadap Persen Ekstraksi

Pengaruh oksigen terlarut terhadap persen ekstraksi dalam percobaan *bottle roll test* ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar

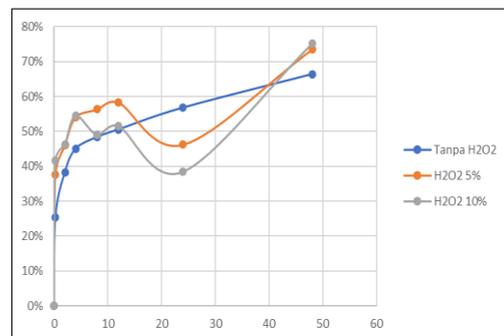
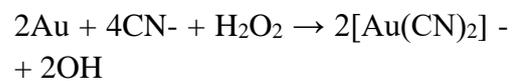
3.3.



Gambar 3.2

Grafik pengaruh oksigen terlarut terhadap persen ekstraksi Au

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa kenaikan persen ekstraksi Au tanpa penambahan H₂O₂ paling tinggi yaitu 83%, sedangkan pada injeksi H₂O₂ 10% yaitu 76%, dan dengan injeksi H₂O₂ 5% yaitu 70% yang mana merupakan %ekstraksi yang paling rendah. Berikut persamaan antara Au dan sianida:



Gambar 3.4

Pengaruh oksigen terlarut terhadap persen ekstraksi Ag

Dapat dilihat pada Gambar 3.4 bahwa persen ekstraksi mengalami kenaikan dengan adanya injeksi H₂O₂, yang mana tanpa dilakukan injeksi H₂O₂ persen ekstraksi yaitu 66%, dengan injeksi H₂O₂ 5% yaitu 74%, dan dengan injeksi H₂O₂ 10% yaitu

75%. Dapat dilihat pada jam ke 24, persen ekstraksi pada masing-masing *variable* mengalami penurunan dan mengalami kenaikan kembali pada jam ke 48.

Adanya *base metal* yang ada dalam bijih juga dapat mempengaruhi hasil persen ekstraksi karena dapat mengkonsumsi sianida berlebih (Amanida Meta Raifidia, 2020).

Adapun rumus untuk menentukan persen ekstraksi pada sampel yang telah di analisa menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) yaitu:

$$\text{Persen ekstraksi} = \frac{\text{berat kumulatif yang terlarut}}{\text{total kandungan logam dalam sampel}} \times 100\%$$

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan, yaitu kenaikan oksigen terlarut di sample pada masing-masing variabel, yaitu tanpa penambahan H₂O₂ oksigen terlarut rata-rata 0,5 ppm. Penambahan 5% H₂O₂ kenaikan oksigen terlarut rata-rata 0,63 ppm. Penambahan H₂O₂ 10% kenaikan oksigen terlarut rata-rata 0,4 ppm.

Penambahan hidrogen peroksida mempengaruhi kenaikan persen ekstraksi Ag yaitu tanpa penambahan 66%, penambahan H₂O₂ 5% yaitu 74%, penambahan 10% H₂O₂ yaitu 75%.

Penambahan Hidrogen Peroksida tidak mempengaruhi persen ekstraksi Au yaitu tanpa penambahan H₂O₂ 83%, penambahan 5% H₂O₂ yaitu 70%, penambahan 10% H₂O₂ yaitu 76%. Tidak adanya kenaikan persen ekstraksi Au dikarenakan tidak tepatnya volume H₂O₂ yang

ditambahkan dan adanya *base metal* yang terdapat dalam bijih.

DAFTAR PUSTAKA

- Angeles, C. A. (2002). *Geology and Alteration-Mineralization Characteristics of The Cibaliung Epithermal Gold Deposit*. Banten, Indonesia: Resource Geology. 52, 4.
- Ciputra Frida Pratama, S. (2010). Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida pada Sianidasi Emas dari Batuan Emas. *Prosiding Tugas Akhir Semester Genap*, 1-7.
- Dhita Ariyanti, M. S. (2019). Ekstraksi Au Dari Batuan Mineral Dengan Hidrometalurgi Aerasi-Sianidasi Serta Kajian Perbandingan Efektifitasnya Dari Berbagai Metode dan Pelarut. *JKPK (JURNAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA)*, 115-122.
- Fika Rofiek Mufakhir, J. M. (2019). Pelarutan Emas pada Pelindian Konsentrat Emas Hasil Roasting Menggunakan Reagen Tiosianat. *Jurnal Rekayasa Proses*, 24-30.
- Fitria, S. S. (2021). Pengaruh Penambahan Viscosity Modifier dan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) terhadap. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 345-349.
- G.F., F. Y. (2020). *Proses Ekstaksi Bijih Emas dan Perak*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Rianse, M. S. (2019). *Laporan Studi Ekskursion Pertambangan Di Tambang Emas Bawah Tanah PT. Cibaliung Sumberdaya Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasioanal "Veteran" Yogyakarta.

- Santosa, D. S. (1992). *Peta geologi lembar Cikarang, Jawa [peta] = Geological map of the Cikarang quadrangle, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Van Bemmelen, R. (1949). *The Geology of Indonesia*. Netherland: The Haque: Martinus Nyhoff.
- Mujumbar, W. W. (2009). Gold Extraction and Recovery Processes. *Minerals, Metals, and Metals Technology Centre*, 2-20.
- Nkosikhona Hlabangana, S. B. (2018). Optimisation of the Leaching Parameters of a Gold Ore in Sodium Cyanide Solution. *International Journal of Engineering Research and Reviews*, 1-10.
- Nurlaila, F. d. (2013). Laporan Perbandingan Recovery Emas dengan Variabel Viscosity Modifier terhadap Recovery Emas PT Nusa Halmahera Mineral. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia Makassar*, 15-23.
- P. Ling V. G. Papangelakis, S. A. (1996). AN IMPROVED RATE EQUATION FOR CYANIDATION OF A GOLD ORE. *Elsevier Science*, 225-234.
- Rauf, M. R. (2017). Perbandingan Hasil Logam Emas pada Pengolahan Bijih Emas dengan Metode Sianida (Heap Leaching) Berdasarkan Perbedaan Ukuran Butir Umpan. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, 30-35.
- Rauf, M. R. (2017). Perbandingan Hasil Logam Emas Pada Pengolahan Bijih Emas Dengan Metode Sianida (Heap Leaching) Berdasarkan Perbedaan Ukuran Butir Umpan. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017* , 30-35.
- Schlesinger, M. E. (2002). *Extractive Metallurgy of Copper*. Amsterdam: Elvisier.
- Schlesinger, M. E. (2011). *Extractive Metallurgy of Copper*. Amsterdam: Elsvier.
- Senanayake, S. E. (2004). The effects of dissolved oxygen and cyanide dosage on gold extraction from a pyrrhotite-rich ore. *Elsevier*, 39-50.
- Siti, N. d. (2016). *Proses Pengolahan Bijih Emas (Ore) Menjadi Dore Bullion di PT. Cibaliung Sumberdaya*. Bandung : Jurusan Teknik Kimia Pliteknik Negeri Bandung.
- Suprpto, C. F. (2010). Pengaruh Penambahan H₂O₂ pada Sianidasi Emas dari Mineral. *Jurusan Kimia ITNY*, 1-7.
- Tykodi, R. (1990). In Prise of Thiosulphate. *Journal of Chemical Education*, 146-148.
- Uçurum, O. B. (2015). Investigation of the Cyanide Leaching Optimization for Ultra-fine Grinding Gold-silver Ore. *Particulate Science and Technology*, 1-28.
- Yaser Kianinia, M. R. (2018). Predicting Cyanide Consumption in Gold Leaching: A Kinetic and Thermodynamic Modeling Approach. *MDPI*, 1-13