



Pengaruh Treatment Aerasi dan Ukuran Bijih terhadap Persen Ekstraksi Emas dengan Metode Agitation Leach Test

Arief Rakhman Hakim^{1*}, Tri Wahyuningsih², Ravi'i³, Yogi Gautama Yanas⁴, Fahrul Rozzi Usman⁵

^{1*} Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.

² Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.

^{3,4,5} Departemen Process Plant, PT J Resources Bolaang Mongondow, Indonesia

Corresponding email: ariefrh177@gmail.com

Received: 14/February/2023
Accepted: 19/December/2023

Revised: 19/December/2023
published: 31/December/2023

To cite this article:

Hakim, A. R., Wahyuningsih, T., Ravi'i, Yanas, Y. G., & Usman, F. R. (2023). Pengaruh Treatment Aerasi dan Ukuran Bijih terhadap Persen Ekstraksi Emas dengan Metode Agitation Leach Test. *SPECTA Journal of Technology*, 7(3), 723-730. <https://10.35718/specta.v7i3.825>

Abstract

In the world, gold processing is typically carried out through a leaching process to extract the gold contained in the ore. In low-grade gold ore, the most common method used in leaching gold ore is heap leaching. One of the companies that manage gold with this method is J Resources Bolaang Mongondow. In the heap leaching process at J Resources Bolaang Mongondow, there are some parameters that determine this process such as dissolved oxygen concentration and ore size. This research aims to see the effect of aeration and ore size on the percent of gold extraction through leaching with an agitation leach test. This research used gold oxide ore with +6 and -6 mm sizes. Both sizes were treated with aeration and non-aeration in the leaching process for 48 hours. From the experimental results that have been carried out, it is found that the highest percent extraction is produced at +6 mm size with non-aerated treatment, which is 90%. While at size -6 mm, the highest percent extraction was obtained in the aeration treatment of 84%. From these results, it is found that aeration treatment and ore size greatly affect the percent of gold extraction generated in the leaching process. In addition, the leaching process is highly dependent on the oxygen level and base metal content in the ore. Therefore, it is necessary to consider the presence of other factors in the leaching process to optimize the recovery.

Keywords: Gold, Heap leaching, Ore Size, Aeration

Abstrak

Pengolahan emas di dunia biasanya dilakukan melalui proses leaching untuk mengekstraksi emas yang terkandung dalam bijihnya. Pada bijih emas kadar rendah metode yang biasa digunakan dalam melindi bijih emas adalah heap leaching. Salah satu perusahaan yang mengelola emas dengan metode tersebut adalah J Resources Bolaang Mongondow. Pada proses heap leaching di J Resources Bolaang Mongondow ada beberapa parameter yang menjadi penentu dari proses ini seperti konsentrasi oksigen terlarut dan ukuran bijih. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh aerasi dan ukuran bijih terhadap persen ekstraksi emas melalui pelindian dengan agitation leach test. Penelitian ini menggunakan bijih emas oksida dengan ukuran +6 dan -6 mm. Kedua ukuran tersebut masing-masing diberi perlakuan aerasi dan non aerasi dalam proses pelindian selama 48 jam. Dari hasil percobaan yang

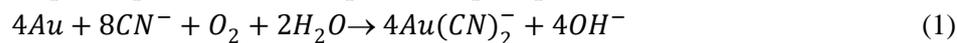
telah dilakukan, didapatkan bahwa persen ekstraksi tertinggi dihasilkan pada ukuran +6 mm dengan treatment non aerasi yaitu sebesar 90%. Sedangkan pada ukuran -6 mm, persen ekstraksi tertinggi didapatkan pada treatment aerasi sebesar 84%. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa treatment aerasi dan ukuran bijih sangat mempengaruhi persen ekstraksi emas yang dihasilkan pada proses pelindian. Selain itu, pada proses pelindian ini sangat bergantung pada tingkat oksigen dan kandungan base metal yang terdapat pada bijih. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan keterlibatan faktor lain pada proses pelindian agar recovery yang dihasilkan lebih optimal.

Kata Kunci: Emas, Heap leaching, Ukuran Bijih, Aerasi

1. Pendahuluan

Secara umum, proses ekstraksi emas didunia dilakukan secara hidrometalurgi yaitu melalui proses *leaching* atau proses pelarutan bijih emas dengan menggunakan reagen tertentu yang bersifat selektif (Marsden,2006). Salah satu reagen yang kerap digunakan yaitu sianida. Sedangkan ekstraksi logam dengan pelarut sianida biasa disebut sebagai proses sianidasi (Arham et al., 2020). Selain ekonomis dari segi biaya, sianida juga efektif dalam menghasilkan persen ekstraksi yang tinggi dan sangat mudah untuk dikontrol (Nunan et al., 2017). Disamping itu, sianida memiliki beberapa kekurangan seperti reaksinya berjalan lambat dan cenderung berpotensi menimbulkan masalah lingkungan (Wardsworth et al., 2000).

Reaksi yang terjadi pada proses pelindian emas dapat dilihat pada persamaan (1) berikut:



Salah satu teknik *leaching* yang paling sering digunakan dikalangan industri yaitu metode *heap leaching*. *Heap leaching* merupakan pelindian tumpukan pada bijih emas kadar rendah dengan menyiramkan reagen sianida pada bagian atas tumpukan, sehingga akan terpisah antara logam berharga berupa emas dan pengotornya. Larutan kaya emas yang dihasilkan pada proses ini akan diolah lebih lanjut untuk meningkatkan *recovery* emas yang didapatkan (Adams, 2005). Sejumlah keunggulan dari teknik *heap leaching* ini yaitu biaya modal yang lebih rendah, biaya operasi rendah, tidak ada langkah pemisahan padat/cair dan tidak ada pembuangan *tailing*. Sementara itu, terdapat juga kekurangan dari proses *heap leaching* yaitu *recovery* logam rendah, waktu prosesnya panjang, respon lambat terhadap perubahan proses dan produk sampingan tidak memiliki nilai (Pyper et al., 2019).

Salah satu contoh perusahaan di Indonesia yang memproduksi emas melalui proses ini adalah PT J Resources Bolaang Mongondow. Penerapan metode *heap leaching* pada PT J Resources Bolaang Mongondow ini karena dianggap cocok dengan karakteristik bijih yang dimiliki yaitu mengandung kadar emas rendah, berporositas tinggi, serta berjenis bijih oksida. Sebelum dilakukan proses *leaching*, bijih terlebih dahulu ditambang dengan metode peledakan pada *open pit mining*. Kemudian, *fresh ore* hasil penambangan akan melalui proses *crushing* guna meliberasi bijih atau dapat langsung dilakukan penumpukan (*stacking*) pada *leach pad*. Selama proses *stacking ore* akan dicampur dengan *lime* untuk menjaga pH pelindian tetap berada pada angka 10,5-11. Proses *leaching* selanjutnya dilakukan dengan mengirigasikan sianida pada tumpukan dengan konsentrasi tertentu. Setelah proses tersebut, larutan kaya hasil pelindian akan dikumpulkan pada sebuah kolam dan diteruskan pada fasilitas *process plant* untuk dilakukan proses *recovery*. Beberapa tahapan yang dijalankan pada proses ini diantaranya adsorpsi, desorpsi, *electrowinning* dan *smelting* hingga didapatkan hasil akhir berupa *dore bullion* dengan kemurnian 80% emas. Dalam menjaga produktivitas tersebut, PT J Resources Bolaang Mongondow senantiasa meningkatkan kuantitas dan kualitasnya secara terus menerus.

Dalam proses pelindian tumpukan ada beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan selain dari reagen yang digunakan, seperti fraksi ukuran bijih dan kehadiran udara. Fraksi ukuran bijih menjadi salah satu parameter krusial dalam menentukan tingkat ekstraksi dari suatu pelindian. Karena semakin kecil ukuran butir yang digunakan maka akan semakin tinggi persen ekstraksi yang akan diperoleh.

Partikel halus memungkinkan luas permukaan kontak antara reagen dengan bijih menjadi lebih besar saat proses pelindian. Sehingga mempermudah sianida dalam melarutkan emas (Nkosikhona Hlabangana, 2018). Sedangkan kehadiran udara pada proses *leaching* berperan untuk menyuplai oksigen ke dalam *solution* sehingga mempercepat pembentukan senyawa kompleks Au (CN)₂ dan meningkatkan perolehan. Namun, akibat adanya beberapa masalah pada *heap leaching* seperti terjadinya *ponding* dan kompaksi dapat menurunkan aliran air dan oksigen yang masuk pada tumpukan (Edouard dkk., 2016). Oleh karena itu, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut pada proses *heap leaching* yaitu dengan melakukan aerasi atau injeksi udara pada tumpukan bijih. Dengan itu diharapkan melalui pasokan oksigen yang memadai akan dapat mengoptimalkan *recovery* dan laju proses pelindian (Elmore dkk., 1986).

Beberapa keuntungan yang diperoleh dalam menerapkan mekanisme aerasi pada proses pelindian adalah dapat menyediakan kebutuhan oksigen untuk mempercepat pelarutan emas, mampu mengoksidasi mineral sulfida sehingga mudah untuk diekstraksi dan mencegah terjadinya pasivasi sianida oleh mineral sulfida yang dapat menurunkan persen ekstraksi emas pada larutan kaya yang dihasilkan.

Oleh karena itu, penting untuk dilakukan penelitian skala laboratorium untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan oleh fraksi ukuran bijih dan mekanisme aerasi terhadap *recovery* Au yang dihasilkan. Salah satu metode yang cocok untuk mendukung hal tersebut adalah dengan menggunakan *Agitation Leach Test*. Metode ini, dianggap cocok karena dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan dan prosesnya cenderung mudah serta lebih sederhana. Penelitian ini berfokus pada dua hal, yakni melihat pengaruh variasi *treatment* aerasi dan fraksi ukuran bijih terhadap terhadap persen ekstraksi emas pada proses *leaching*.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi PT J Resources Bolaang Mongondow. Beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya bijih emas oksida *Pit Mine Ridge* PT J Resources Bolaang Mongondow, natrium sianida, *lime*, AgNO₃, indikator *rhodanine* dan aquades. Sedangkan alat yang digunakan berupa *agitator*, *aerator*, gelas beaker 2 L, buret, gelas erlenmeyer, timbangan digital, *filter press* dan *oven*. Tahapan penelitian meliputi preparasi bijih emas, proses pelindian atau *leaching*, analisis *tailing*, penentuan persen ekstraksi emas dan pengujian menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) sebagaimana dijelaskan dibawah ini.

2.1. Preparasi Bijih Emas

Proses preparasi bijih emas diawali dengan pengeringan *ore* yang berasal dari *Stockpile* di dalam oven pada suhu 115°C selama 6 jam. Kemudian, melakukan pengecilan ukuran pada *dry ore* hingga mencapai ukuran +6 dan -6 dan dilanjutkan dengan proses *screening* menggunakan *vibrating screen*. Setelah mendapatkan fraksi ukuran yang diinginkan, lalu menimbang *ore* sebanyak 600 gr untuk masing masing percobaan yaitu pada ukuran +6 aerasi dan non aerasi serta pada ukuran -6 aerasi dan non aerasi.

2.2. Proses Leaching

Proses *leaching* dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama, menyampurkan 600 gr *ore* dan 1,8 L air pada wadah untuk membuat *slurry* dengan persen solid 25 %, lalu diagitasi untuk menghomogenisasi *slurry*. Kemudian menambahkan *lime* pada *slurry* hingga mencapai pH 10,5-11. Jika dirasa telah memenuhi pH tersebut, lalu menambahkan 500 ppm NaCN. Setelah proses pengkondisian selesai, selanjutnya melakukan proses *leaching* pada masing masing *treatment* dan ukuran selama 48 jam (Selama proses *leaching* tidak dilakukan *maintenance* sianida). Saat proses *leaching* sedang berlangsung, melakukan pengecekan pH dan DO setiap 2, 4, 8, 12, 24 dan 48 jam. Jika pH berada dibawah 10,5 dilakukan penambahan *lime* agar kembali pada kondisi seperti semula. Ketika proses *leaching* telah selesai, selanjutnya dilakukan pengambilan sampel PLS untuk diuji seberapa banyak jumlah Au yang terlindi. Selain itu, dilakukan juga titrasi untuk melihat konsentrasi sianida yang tersisa pada PLS.

2.3. Analisis Tailing

Proses analisis *tailing* dimulai dengan menyampurkan 600 gr *ore* dan 1,8 L air pada wadah untuk membuat *slurry* dengan persen solid 25 %, lalu diagitasi untuk menghomogenisasi *slurry*. Kemudian, melakukan pembilasan pada *tailing* yang dihasilkan. Terkhusus pada ukuran -6 dilakukan filter press guna memisahkan fase padat dan cair pada *tailing*. Lalu, mengeringkan *tailing* menggunakan oven untuk selanjutnya diuji kadar Au yang tersisa pada *tailing* dengan menggunakan AAS.

2.4. Penentuan Persen Ekstraksi

Dalam mengukur persen ekstraksi logam berharga, PT J Resources Bolaang Mongondow menggunakan 2 formula yaitu analisis berdasarkan umpan (*Extraction Head Calculated*) dan analisis berdasarkan *tailing* (*Extraction Back Calculated*). Jika dicocokkan dengan data di lapangan, perhitungan persen secara *Back Calculated* lebih sesuai dibandingkan perhitungan ekstraksi berdasarkan *Head Calculated*. Oleh karena itu, pada bagian analisis penelitian ini hanya menggunakan perhitungan berdasarkan data *tailing* (*Extraction Back Calculated*). Formula menghitung persen ekstraksi berdasarkan *tailing* dapat dilihat pada persamaan (2) berikut.

$$\% \text{ Extraction} = \frac{\text{Au (ppm) PLS} \times \text{Vol.PLS (L)}}{\text{Au (ppm)} \times \text{Vol.(L)} + \text{Au (ppm) Tailing} \times \text{Weight Tailing (kg)}} \times 100\% \quad (2)$$

2.5. Pengujian Atomic Absorption Spectrometry (AAS)

Pengujian *Atomic Absorption Spectrometry* atau AAS dilakukan untuk menguji kadar logam seperti Au, Ag, Cu, Fe, Pb dan Zn pada sampel umpan, *pregnant leach solution* hasil *leaching* dan *tailing*. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium SGS PT J Resources Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakterisasi Menggunakan AAS

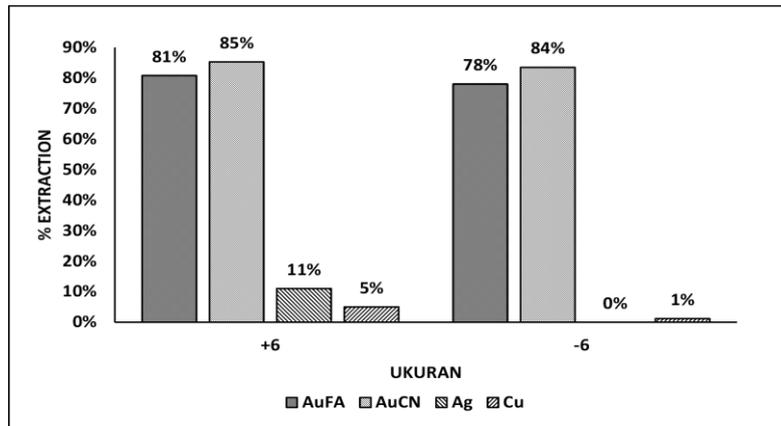
Karakterisasi menggunakan AAS dilakukan untuk mengetahui kadar logam berharga dan pengotor yang terdapat dalam bijih. Informasi ini penting karena akan berpengaruh terhadap persen ekstraksi emas yang dihasilkan pada proses *leaching*. Hasil analisa AAS dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa kandungan logam emas di PT J Resources Bolaang Mongondow memiliki kadar emas yang rendah. Oleh sebab itu, cocok untuk diproses dengan metode *heap leaching*. Selain emas, pada bijih juga ditemukan kandungan *base metal* seperti Ag, Cu, Fe, Pb dan Zn yang cukup tinggi. Hal ini perlu diatasi guna mencegah konsumsi sianida yang banyak pada proses pelindian.

Tabel 1: *Head Assay* Bijih Emas di J Resources Bolaang Mongondow

Ukuran	Au PPM	AuCN PPM	Ag PPM	Cu PPM	Fe PPM	Pb PPM	Zn PPM
<i>Head</i> MRD +6	0,62	0,6	2	21	2,7	46	4
<i>Head</i> MRD -6	0,92	0,82	1	33	2,8	59	26

Sumber: J Resources Bolaang Mongondow.

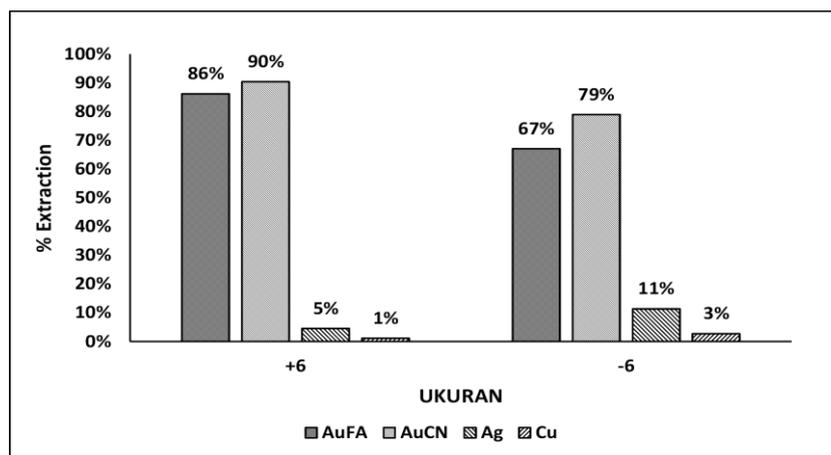
3.2. Pelindian *Treatment* Aerasi dengan Variasi Ukuran Biji



Gambar 1: Grafik Hubungan Ukuran Biji dengan Persen Ekstraksi pada *Treatment* Aerasi.

Berdasarkan Gambar 1., terlihat bahwa pada ukuran +6 mm menghasilkan persen ekstraksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ukuran -6 mm, yaitu sebesar 81% (AuFA), 85% (AuCN). Sementara pada ukuran -6 mm sebesar 78% (AuFA), 84% (AuCN). Jika ditinjau pada data *head* menunjukkan adanya kandungan *base metal* yang lebih besar pada umpan untuk ukuran -6 mm menjadi alasan yang menyebabkan persen ekstraksi pada ukuran tersebut lebih kecil daripada ukuran +6 mm. Pernyataan ini diperkuat oleh adanya data pada larutan kaya hasil pelindian, yang memperlihatkan banyaknya jumlah *base metal* yang terlarut pada proses *leaching*. Keterlibatan *base metal* dalam jumlah signifikan memungkinkan terjadinya 2 hal utama, yaitu pembentukan lapisan pasif *metal cyanide* pada permukaan emas dan pengikatan sianida untuk membentuk senyawa kompleks. Pada kasus berlangsungnya pasivasi sianida, *base metal* mendorong timbulnya reaksi oksidasi pada sianida yang mengakibatkan sianida menjadi tidak aktif dalam melarutkan emas. Sedangkan pada pembentukan senyawa kompleks dengan sianida cenderung akan berada pada fase stabil yang membuat sianida tidak dapat bereaksi dengan emas, sehingga akan mengurangi persentase ekstraksi yang terjadi.

3.3. Pelindian *Treatment* Non Aerasi dengan Variasi Ukuran Biji

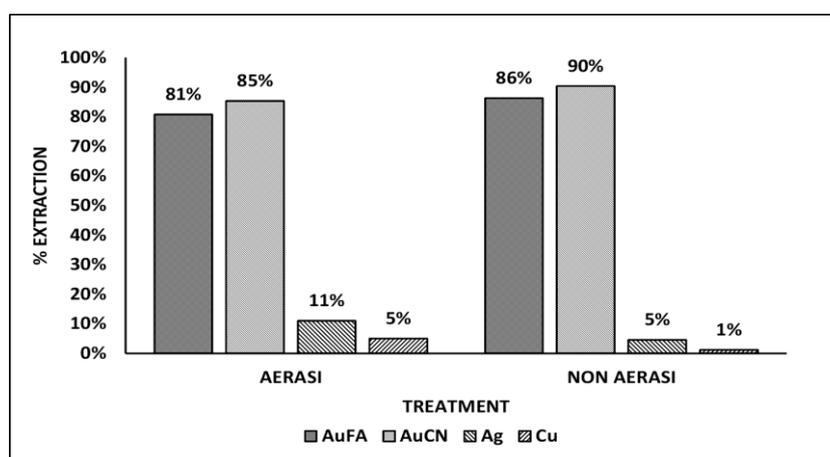


Gambar 2: Grafik Hubungan Ukuran Biji dengan Persen Ekstraksi pada *Treatment* Non Aerasi.

Dari hasil analisa yang tercantum pada Gambar 2. menerangkan bahwa biji dengan ukuran yang lebih kasar memperoleh persen ekstraksi yang cukup tinggi yakni berada di angka 86% (AuFA), 90% (AuCN). Sementara itu, pada ukuran biji yang halus justru menghasilkan persen ekstraksi yang cenderung lebih rendah yaitu 67% (AuFA), 79% (AuCN). Menurut (Gonen, 2003), beberapa parameter penting dalam proses pelindian emas terletak pada konsentrasi sianida dan konsentrasi *dissolve oxygen*.

Apabila konsentrasi sianida yang digunakan rendah, maka *leaching rate* akan bergantung pada konsentrasi sianida. Sedangkan jika konsentrasi sianida yang digunakan tinggi, maka *leaching rate* bergantung pada *dissolve oxygen*. Berkaitan dengan hal itu, pada sistem tanpa adanya injeksi udara dari luar maka ukuran bijih akan mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam sistem. Bijih yang halus memiliki luas permukaan yang lebih besar, sehingga oksigen dapat lebih cepat masuk dan mengoksidasi mineral. Sebaliknya, bijih yang kasar memiliki luas permukaan yang lebih kecil, sehingga oksigen membutuhkan waktu lebih lama untuk dapat mengoksidasi mineral. Dengan kata lain, ketika konsentrasi oksigen terlarut tinggi maka oksigen bebas dalam larutan dapat mempercepat oksidasi *base metal* membentuk oksidanya sehingga menghambat proses reduksi emas oleh sianida. Disini yang bersamaan, oksigen dan *base metal* juga akan mengonsumsi sianida yang menyebabkan kesempatan emas untuk dilarutkan menjadi lebih rendah. Apalagi seperti yang terlihat pada data *head* dan larutan kaya hasil *leaching* mengindikasikan bahwa *base metal* pada *feed* dan PLS untuk ukuran -6 mm berada dalam jumlah yang tidak sedikit yang mana didominasi oleh logam besi (Fe). Oleh karenanya menjadi faktor mengonsumsi sianida yang tentu akan menurunkan ekstraksi emas. Pernyataan ini didukung dengan kandungan sianida yang tersisa setelah proses *leaching* selama 48 jam pada sistem non aerasi.

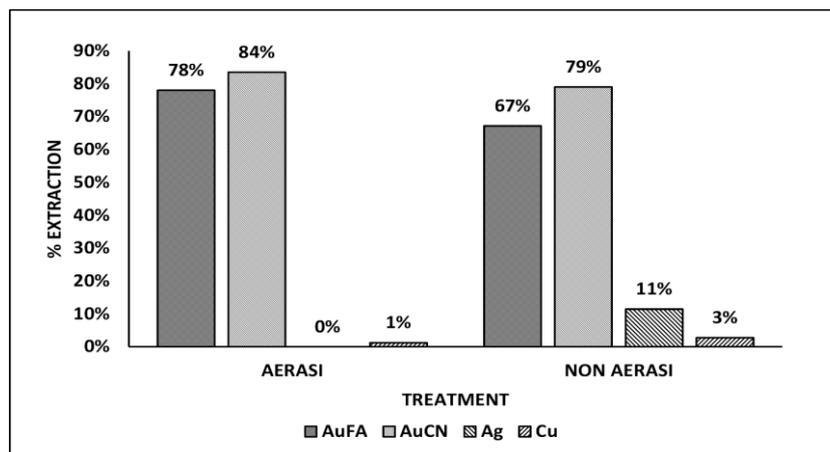
3.4. Pelindian Pada Ukuran +6 mm dengan Variasi *Treatment* Aerasi



Gambar 3: Grafik Hubungan *Treatment* Aerasi dan Non Aerasi dengan Persen Ekstraksi pada Ukuran +6 mm

Selain mengamati pengaruh ukuran bijih pada ekstraksi emas, pada percobaan ini juga mengobservasi adanya pengaruh *treatment* aerasi dan non aerasi pada proses *leaching*. Dilihat pada Gambar 3, memperlihatkan hubungan ada atau tidaknya pengaruh oksigen dari luar terhadap perolehan Au yang dihasilkan pada ukuran +6 mm. Dapat diamati bahwa sistem yang diberi perlakuan aerasi mempunyai persen ekstraksi emas yang relatif kecil dibandingkan *solution* yang tidak diberi perlakuan. Persen ekstraksi dengan *treatment* aerasi berada pada 81% (AuFA), 85% (AuCN), sementara pada non aerasi sebesar 86% (AuFA), 90% (AuCN). Menurut (Marsden, 2006), kehadiran oksigen pada sistem pelindian akan mampu mengoksidasi free cyanide (HCN , CN^-) menjadi cyanate (CNO^-). Pembentukan cyanate ini dapat mengurangi konsentrasi sianida bebas pada *solution* dan memiliki kecenderungan tidak sanggup untuk melarutkan emas. Disamping itu juga tentu akan menurunkan kuantitas reagen yang digunakan dalam melindi Au. Oleh sebab itulah, persen ekstraksi yang dihasilkan pada perlakuan aerasi menjadi rendah. Pada gambar tersebut pula menjelaskan bahwa tingkat ekstraksi *base metal* pada sistem aerasi relatif lebih tinggi daripada non aerasi. Hal ini menunjukkan konsumsi sianida yang digunakan juga cukup besar. Pernyataan ini didukung oleh adanya data konsentrasi sianida yang tersisa pada *treatment* aerasi yang begitu rendah.

3.5. Pelindian Pada Ukuran -6 mm dengan Variasi *Treatment* Aerasi



Gambar 4: Grafik Hubungan *Treatment* Aerasi dan Non Aerasi dengan Persen Ekstraksi pada Ukuran -6 mm

Jika dilihat pada Gambar 4. ditemukan bahwa proses *leaching* dengan perlakuan aerasi menghasilkan persen ekstraksi yang lebih tinggi [(78% (AuFA), 84% (AuCN)] daripada tanpa aerasi [(67% (AuFA), 79% (AuCN)]. Hal ini disebabkan oleh adanya oksigen yang diinjeksikan ke dalam sistem pelindian. Oksigen tersebut akan meningkatkan *dissolve oxygen* yang ada dalam *solution*. Meningkatnya *dissolve oxygen* tersebut memungkinkan percepatan reaksi *leaching*, sehingga meningkatkan persen ekstraksi emas. Selain itu, oksigen juga berperan dalam mengoksidasi *base metal* membentuk senyawa yang tidak larut sehingga sulit untuk diekstraksi. Oleh karena itulah, *base metal* pada *treatment* aerasi memiliki persen ekstraksi yang cenderung kecil dibandingkan *treatment* non aerasi. Adanya *base metal* pada mekanisme pelindian bertindak sebagai *cyanide consumer*, maka dari itu dapat mengurangi kesempatan sianida dalam melarutkan Au.

4. Kesimpulan dan Saran

Menurut percobaan Agitation Leach Test yang telah dilakukan diperoleh bahwa persen ekstraksi tertinggi dihasilkan oleh fraksi ukuran +6 mm dengan *treatment* non aerasi yaitu sebesar 86% (AuFA), 90% (AuCN). Sedangkan pada ukuran -6 mm dengan *treatment* aerasi berada pada urutan kedua dengan menghasilkan persen ekstraksi sebesar 78% (AuFA), 84 % (AuCN). Dari hasil tersebut didapatkan bahwa *treatment* aerasi dan ukuran bijih sangat mempengaruhi persen ekstraksi emas yang dihasilkan pada proses pelindian. Selain itu, pada proses pelindian juga perlu mempertimbangkan keterlibatan 2 hal, yaitu pengaruh kehadiran oksigen dan *base metal* pada *solution*. Kedua faktor tersebut akan sangat mempengaruhi konsumsi reagen pada proses *leaching*, terutama pada sistem pelindian dengan tidak adanya *maintenance* sianida.

Dari percobaan ini, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan, yaitu yang pertama agar dilakukannya kontrol konsentrasi sianida dalam *solution* selama proses *leaching*. Karena terdapat beberapa faktor yang tidak diperhitungkan sebelumnya yang menyebabkan konsentrasi sianida menurun secara cepat. Hal ini diakibatkan oleh kehadiran pengonsumsi sianida seperti adanya kandungan *base metal* pada bijih dan kehadiran oksigen berlebih melalui mekanisme aerasi. Yang kedua, menyarankan agar proses aerasi dilaksanakan sebelum proses *leaching*, guna mencegah konsumsi sianida yang begitu tinggi. Selain itu, proses *preoxidation* juga dapat mengoksidasi pengotor seperti *base metal* sehingga persen ekstraksi emas pada proses pelindian menjadi meningkat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT J Resources Bolaang Mongondow dan *Departement Process Plant*, yang telah memberikan kesempatan untuk menggunakan fasilitas perusahaan dalam menyelesaikan penelitian ini.

References

- Adams, M.D. (2005) 'Advances in Gold Ore Processing' Developments in Mineral Processing Mutis Liber Pty Ltd Guildford, Western Australia.
- Arham, L.O., Mufakir, F.R. and Saputra, Hendra. (2020) 'Studi Ekstraksi Bijih Emas Asal Pesawaran dengan Metode Pelindian Agitasi dalam Larutan Sianida' in *Journal of Science and Applicative Technology* vol. 4 (2), 2020, pp. 103-109.
- Elmore, C.L., & Mitchell, P. (1986) '*Heap leaching with Oxygen*' N.Y. Kamy, Inc., Glens Falls.
- Gonen, N. (2003) '*Leaching of Finely Disseminated Gold Ore with Cyanide and Thiourea Solutions*' *Hidrometallurgy*, 69, 169-176.
- Kime, M.B., Malenga, E., & Nheta, W. (2016) 'Review of Plugging Mechanisms and Plugging Reduction Techniques in *Heap leaching* Operations', Auckland Park: Department of Metallurgy, University of Johannesburg.
- Marsden, J., & House, C.I. (2006) 'The Chemistry of Gold Extraction (Second Edition)' Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 235-250.
- Nkosikhona Hlabangana, S. B. (2018) 'Optimization of the *Leaching* Parameters of a Gold Ore in Sodium Cyanide Solution' in *International Journal of Engineering Research and Reviews*, 1-10.
- Pyper, Randall, Seal, Thom, Uhrie, J.L. and Miller, C.G. (2019) '*Heap and Dump Leaching*' in Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. Colorado: USA.
- T. O. Nunan et al. (2017) 'Improvements in gold ore cyanidation by preoxidation with hydrogen peroxide' *Miner. Eng.* doi: 10.1016/j.mineng.2017.01.006.
- Wadsworth, M. E., Zhu, X. and Thompson, J. S. and Pereira, C. J. (2000) 'Gold dissolution and activation in cyanide solution: Kinetics and mechanism' *Hidrometallurgy*. doi: 10.1016/S0304-386X(00)00084-0.