

Pengaruh Penggunaan Metode *Aachen Assisted Leaching* Pada Pelindian Emas di Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara Tekmira¹

The Effect of Use of The Aachen Assisted Leaching Method on Gold Leaching at The Tekmira Mineral and Coal Testing Center

Zan Adinda Puspita Tri Lestari^{a,2}, Riria Zandy Mirahati^b

^{a,b} Program Studi S1 Teknik Metalurgi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Jl. Babarsari 2, Tambakbayan, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281

ABSTRAK

Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara tekMIRA merupakan badan layanan umum masyarakat yang menangani pengujian mineral dan batubara. Lembaga penelitian ini bergerak berdasarkan keinginan dari pelanggan. Salah satu *project* yang dilakukan adalah menguji persen ekstraksi bijih emas sulfida dengan menggunakan metode *Aachen Assisted Leaching* (AAL). Penggunaan metode ini dilakukan sebelum proses pelindian atau yang dikenal dengan proses *pre-treatment* pelindian emas. Proses ini menggunakan reaktor *Aachen*, kinerja dari reaktor ini adalah dengan meningkatkan kadar oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) sebanyak 20-30%. Kandungan mineral pengikat pada bijih emas sulfida seperti silika dan sulfur akan mengakibatkan proses pelindian tidak optimal karena sulit dihilangkan tanpa *pre-treatment* khusus. Cara kerja kadar oksigen terlarut pada *pre-treatment* ini adalah dengan mengikis lapisan film fluida pengotor. Semakin menipis lapisan film fluida pengotor akan menjadikan reaksi sianidasi pada proses pelindian semakin cepat sehingga dapat meningkatkan persen ekstraksi pelindian emas. Sebagai pembanding didapatkan juga *sample Basecase* yang merupakan *slurry* bijih emas yang tidak dilakukan *pre-treatment Aachen Assisted Leaching* (AAL). Penggunaan *Aachen Assisted Leaching* (AAL) dapat memberikan alternatif sebagai metode *pre-treatment* pelindian emas yang optimal, hal tersebut ditunjukkan hasil persen ekstraksi pada *sample Aachen Assisted Leaching* (AAL) mencapai 98%. Hasil tersebut memiliki perbedaan yang cukup tinggi dengan *sample Basecase* dengan persen ekstraksi 93%.

Kata kunci: *Aachen Assisted Leaching* (AAL); Persen Ekstraksi; Oksigen Terlarut (DO)

ABSTRACT

TekMIRA Mineral and Coal Testing Center is a public service agency that handles mineral and coal testing. This research institute operates based on customer desires. One of the projects carried out was testing the percent extraction of sulfide gold ore using the Aachen Assisted Leaching (AAL) method. This method is used before the leaching process or what is known as the gold leaching pre-treatment process. This process uses the Aachen reactor, the performance of this reactor is by increasing dissolved oxygen (DO) levels by 20-30%. The trace mineral content in sulfide gold ore such as silica and sulfur will result in the leaching process not being optimal because it is difficult to remove without special pre-treatment. The way dissolved oxygen levels work in this pre-treatment is by eroding the impurity fluid film layer. The thinner the impurity fluid film layer will make the cyanidation reaction in the leaching process faster so that it can increase the percentage of gold leaching extraction. As a comparison, a Basecase sample was also obtained, which is a gold ore slurry that was not subjected to Aachen Assisted Leaching (AAL) pre-treatment. The use of Aachen Assisted Leaching (AAL) can provide an alternative as an optimal gold leaching pre-treatment method, as shown by the extraction percentage results in Aachen Assisted Leaching (AAL) samples reaching 98%. These results have quite a high difference with the Basecase sample with an extraction percentage of 93%.

¹ Info Artikel: Received: 21 November 2023, Revised: 14 Desember 2023, Accepted: 19 Desember 2023, Published: 22 Desember 2023

² E-mail: 116200020@student.upnyk.ac.id

PENDAHULUAN

Pengolahan emas bijih refraktori pada umumnya menggunakan metode Hidrometalurgi atau yang dikenal dengan pelindian. Pada proses ini digunakan reagen untuk mengekstrak bijih emas dari lapisan sulfida. Hidrometalurgi terdapat banyak metode seperti pelindian agitasi pada tekanan atmosfer, pelindian tekanan tinggi dan pelindian tumpukan atau *heap leaching* (Arham, dkk, 2020). Reagen yang digunakan pada hidrometalurgi diantaranya adalah aqua regia, HCl, H₂O₂ dan natrium bisulfid sebagai oksidator Au (Ariyanti & Syaifuddin, 2020). Namun selain cara tersebut ekstraksi bijih sulfida mulai banyak dikembangkan seperti *bioleaching* atau proses ekstraksi emas metode hidrometalurgi dengan menggunakan mikroorganisme seperti *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Bakteri dari genus *Acidithiobacillus ferrooxidans* ini dapat digunakan karena melarutkan mineral sulfida pembungkus emas (Meybodi dkk., 2013; Shumilova, 2016).

Bijih emas refraktori memiliki pembungkus mineral sulfida seperti pirit, pirohit, arsenopirit, kalkopirit atau silika. Bungkus mineral sulfida tersebut dapat menghambat proses sianidasi pada saat proses pelindian emas berlangsung, sehingga menjadikan pelindian tidak efektif dan dapat menurunkan persen ekstraksi emas (Handayani S, dkk, 2017). Karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan *pre-treatment* pelindian emas untuk mengikis lapisan film fluida mineral sulfida.

Pre-treatment yang bisa dilakukan dalam pelindian bijih emas refraktori antara lain adalah pemanggangan (*Roasting*), yaitu dengan menggunakan suhu panas untuk menguapkan mineral sulfida. Namun proses ini kurang efektif karena dapat memberikan dampak emisi gas yang berbahaya serta membutuhkan konsumsi energi yang tinggi. Kemudian terdapat *Ultrafine Grinding* dengan menggiling batuan *ore* hingga ukuran yang paling kecil, akan tetapi proses ini membutuhkan waktu yang lama dan energi yang tinggi. Selanjutnya, oksidasi kimia dan bio-oksidasi yang merupakan penghilangan mineral sulfida menggunakan bakteri pemakan sulfur seperti *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

Pada *pre-treatment* yang dilakukan kali ini adalah menggunakan metode *Running Aachen* atau yang dikenal dengan *Aachen Assisted Leaching (AAL)*, yaitu proses pelindian dengan bantuan reaktor *Aachen*. Reaktor *Aachen* telah dikembangkan untuk meningkatkan kinetika pelindian bijih refraktori dengan meningkatkan transfer massa oksigen ke dalam *slurry*. (Flatman, 2015).

Aachen Assisted Leaching (AAL) bertujuan untuk meningkatkan hasil persen ekstraksi emas dengan cara menambahkan kadar massa oksigen terlarut sehingga akan terjadi peningkatan kinetika pelindian. Pada proses pelindian emas bijih sulfida hal yang paling menjadi permasalahan adalah pengotor seperti sulfur. Dengan adanya kandungan oksigen yang berlebih maka diharapkan sulfur dapat terkikis oleh oksigen. Menipisnya lapisan film fluida pengotor menjadikan reagen yang masuk ke bijih emas pada proses pelindian lebih maksimal, sehingga persen ekstraksi yang didapatkan lebih tinggi.

PROSEDUR PERCOBAAN

Pada penelitian ini memiliki tujuan utama yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode *Aachen Assisted Leaching* pada pelindian bijih emas refraktori. Proses pengujian

dilakukan di Laboratorium Mineral dan Metalurgi Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara dengan beberapa tahapan atau langkah yaitu:

1. Preparasi

Preparasi merupakan proses reduksi ukuran dan penyeragaman ukuran. Pada percobaan ini preparasi yang dilakukan dengan menggunakan mesin *jaw crusher* dengan *open setting* 10 *mesh*. Proses selanjutnya yaitu *grinding* untuk mendapatkan ukuran *sample* 200 *mesh*, proses *grinding* ini dilakukan dengan total umpan 20 kg dan waktu prosesnya sekitar 3 jam. Namun proses *grinding* ini tidak langsung mengumpankan 20 kg pada *ball mill*, melainkan dilakukan secara bertahap. Dalam sekali proses *grinding* umpan yang dimasukan sebanyak 400 gram dengan waktu *grinding* 2 menit. Setelah itu dilakukan penyeragaman ukuran dengan proses ayakan. Setelah *sample* diayak dilakukan proses *blending sampling* dan setelah itu disampling menggunakan *splitter* dan diambil *sample* 0,5 kg.

2. *Running Aachen*

Proses ini dinamakan dengan *Aachen Assisted Leaching* (AAL) yaitu bijih emas dengan *feed* 20 kg dimasukkan kedalam reaktor *Aachen*. Di dalam reaktor ini diinjeksikan *dissolved oxygen* (DO) sebanyak 20-30 ppm untuk meningkatkan kinetika pelindian. Adapun data operasi *Running Aachen* bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Data Operasi Proses *Running Aachen*

Parameter	Nilai
Tekanan	1 bar
Temperatur	30-40°C
Cycle	4 <i>pass</i>
Berat <i>Feed</i>	20 kg
Persen Solid	38%
Kadar NaCN	700 ppm
Kadar DO	20-30 ppm
Waktu Tinggal	30 menit (untuk satu putaran)
pH	9,5-11

3. Pelindian dengan *Bottle Roller*

Proses pelindian memiliki tujuan untuk pemisahan logam berharga dengan pengotornya. Pelindian yang dilakukan menggunakan metode *bottle roller*. *Sample Basecase* dan *Aachen Assisted Leaching* (AAL) dilakukan *sampling* pada interval waktu 2 jam, 8 jam, dan 36 jam. Proses *sampling* ini untuk mendapatkan kadar sianida dan persen ekstraksi yang didapatkan pada setiap interval waktunya.

4. Pasca Pelindian

Setelah proses pelindian ada beberapa tahapan untuk proses pengujian mendapatkan persen ekstraksi. Setelah pelindian, *slurry* dilakukan *vacuum filter* untuk mendapatkan filtrat yang akan dilakukan titrasi untuk mengetahui kadar NaCN yang digunakan pada proses pelindian. Setelah itu padatan hasil penyaringan dilakukan *washing* dan *filter press* sebanyak tiga kali untuk menghilangkan kadar NaCN yang tersisa dalam padatan residu.

5. Analisis Data

Setelah proses pelindian selesai dilakukan analisis data yang didapatkan, yaitu menghitung kadar NaCN yang digunakan pada saat proses pelindian dan hasil ekstraksi dari sample *Basecase* dan *Aachen Assisted Leaching (AAL)*. Untuk menghitung kadar NaCN dan persen ekstraksi yang didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

a. Menghitung P80%

$$P80\% = \frac{\text{Berat lolos ayakan 400 mesh}}{\text{Berat feed}} \times 100\%$$

b. Menghitung kadar NaCN tiap interval

$$= \frac{V \text{ AgNO}_3 \times M \text{ AgNO}_3 \times Mr \text{ NaCN}}{V \text{ Sampel}} \times 1000$$

c. Persen Ekstraksi

$$\% \text{ Ext} = \frac{\text{Au Total Removed in Sample}}{\text{Au Total}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini didapatkan data untuk membuktikan *Aachen Assisted Leaching (AAL)* dapat meningkatkan persen ekstraksi. Pada metode *Aachen Assisted Leaching (AAL)* akan meningkatkan kandungan oksigen terlarut sebesar 20-30%. Kandungan oksigen terlarut tersebut dapat meningkatkan waktu pelindian dibanding metode *pre-treatment* lainnya seperti pada biooksidasi. Pada biooksidasi membutuhkan waktu proses yang lama dalam hitungan minggu hingga bulan (Zhang, Feng, dkk, 2016). Selain itu metode *pre-treatment* lain seperti *Roasting* dapat meningkatkan polusi udara dari sulfur dioksida yang dihasilkan pada proses tersebut. Sehingga dengan penggunaan *Aachen Assisted Leaching (AAL)* juga dapat digunakan alternatif lain untuk mencegah dampak negatif dari metode *pre-treatment* lainnya. Adapun hasil dan pembahasan dari percobaan ini diantaranya sebagai berikut:

Hasil Analisis Ayak

Target dari analisis ayak bijih emas sulfida sebagai syarat masuk ke proses *running Aachen* adalah mencapai P80% dengan ukuran ayakan 200 *mesh* dengan *feed* 500 gr. Data analisis ayakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Analisis Ayak

Fraksi (mesh)	Berat (gr)
-200 + 270	39
-270 + 325	17
-325 + 400	15
-400	355
Jumlah	426

$$P80 = \frac{426 \text{ gr}}{500 \text{ gr}} \times 100\% = 85,2\%$$

$$P80 = 85,2 \%$$

Dengan demikian, hasil *grinding* sudah sesuai dengan target ukuran partikel yang diinginkan.

Kadar NaCN

Perhitungan kadar NaCN didapatkan dengan melakukan titrasi menggunakan larutan standar AgNO_3 dan indikator *Rhodanine*. Hasil perhitungan kadar NaCN untuk *sample Basecase* bisa dilihat pada Tabel 3 dan *sample Aachen Assisted Leaching (AAL)* pada Tabel 4.

Tabel 3 Kadar NaCN pada *Sample Basecase*

Waktu (Jam)	Volume AgNO_3 (ml)	Volume Sample (ml)	Kadar NaCN (ppm)
0	10	5	935,9
2	8,9	5	832,9
8	7,45	5	679,2
36	5,55	5	519,4

Tabel 4 Kadar NaCN pada *Sample Aachen Assisted Leaching (AAL)*

Waktu (Jam)	Volume AgNO_3 (ml)	Volume Sample (ml)	Kadar NaCN (ppm)
0	10	5	935,9
2	9,05	5	846,9
8	7,65	5	715,9
36	5,95	5	556,8

Hasil tersebut menunjukkan jika penggunaan NaCN pada *sample Basecase* maupun *Aachen Assisted Leaching (AAL)* mengalami penurunan pada interval waktu yang lebih lama. Hal ini dikarenakan reagen sianida lebih banyak bereaksi diawal sehingga konsumsi sianida akan menurun seiring lamanya waktu tinggal. Kemudian dapat dilihat penggunaan sianida pada *sample Basecase* lebih tinggi dibanding dengan *sample Aachen Assisted Leaching (AAL)* pada setiap interval waktunya. Hal ini terlihat pada sisa kadar NaCN pada *sample Aachen Assisted Leaching (AAL)* lebih banyak sebesar 556,8 ppm, sedangkan pada *sample Basecase* sebesar 519,4 ppm. Karena sisa kadar NaCN pada *sample Aachen Assisted Leaching (AAL)* lebih banyak menandakan jika proses pelindian ini berjalan dengan baik. Konsumsi NaCN yang lebih sedikit ini karena sebelumnya pada *Aachen Assisted Leaching (AAL)* telah banyak meliberasi pengotor, sehingga saat pelindian lebih sedikit mengonsumsi kadar NaCN.

Persen Ekstraksi

Persen ekstraksi yang didapatkan dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 dibawah ini untuk *sample BaseCase* dan *Aachen Assisted Leaching (AAL)*. Adapun contoh

perhitungan dari persen ekstraksi pada sample *basecase* interval waktu 36 jam yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Persen Ekstraksi

$$\% Ext = \frac{Au \text{ Total Removed in Sample}}{Au \text{ Total}} \times 100$$

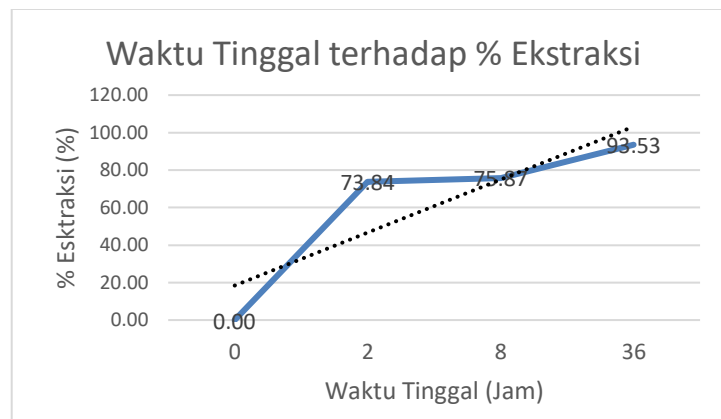
Diketahui;

Au total removed in sample : 1270 mg

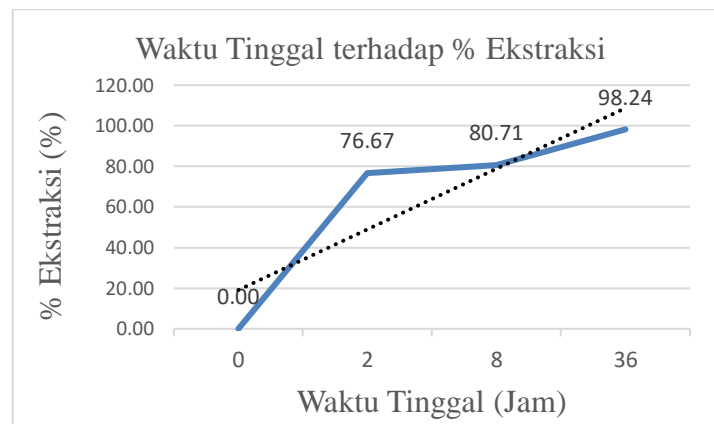
Au total : 1358 mg

$$\% Ext = \frac{1270 \text{ mg}}{1358 \text{ mg}} \times 100$$

$$\% Ext = 93,53 \%$$



Gambar 1. Grafik Waktu Tinggal terhadap % Ekstraksi Sample *Basecase*



Gambar 2 Grafik Waktu Tinggal terhadap % Ekstraksi Sample *Aachen Assisted Leaching (AAL)*

Dapat dilihat bahwa hasil perhitungan persen ekstraksi pada sample *Aachen Assisted Leaching (AAL)* terhadap interval waktu terjadi peningkatan persen ekstraksinya. Pada interval waktu 2 jam pelindian emas terlihat persen ekstraksi yang didapatkan sebesar

76,67%. Interval waktu 8 jam sebesar 80.71%, dan pada interval waktu 36 jam persen ekstraksinya sebesar 98.24%. Hasil tersebut menunjukkan jika waktu tinggal proses pelindian berpengaruh pada hasil ekstraksi yang didapatkan. Penggunaan *running Aachen* dapat meningkatkan persen ekstraksi yang tinggi. Hal tersebut bisa dilihat perbandingan hasil persen ekstraksi antara sample *Basecase* dengan *Aachen Assisted Leaching (AAL)* ini. Pada sample *Basecase* persen ekstraksi akhirnya 93,53% sedangkan dengan *Aachen Assisted Leaching (AAL)* persen ekstraksinya mencapai 98,24%. Hasil tersebut dikarenakan pada proses *Aachen Assisted Leaching (AAL)* terjadi peningkatan kinetika pelindian.

KESIMPULAN

Percobaan yang telah dilakukan yaitu pengujian terhadap pengaruh penggunaan metode *Aachen Assisted Leaching (AAL)* pada pelindian emas sulfida dapat meningkatkan hasil persen ekstraksi. Pada sample *Aachen Assisted Leaching (AAL)* persen ekstraksinya 98,24%. Hasil ini lebih tinggi dibanding dengan *sample Basecase* yang tidak dilakukan *pre-treatment* yaitu sebesar 93,53%. Kadar NaCN yang digunakan pada *sample Basecase* lebih tinggi dibanding dengan *sample Aachen Assisted Leaching (AAL)*. Hal ini terlihat pada kadar NaCN yang tersisa pada interval waktu 36 jam untuk sample *Basecase* sebesar 519,4 ppm, sedangkan pada *Aachen Assisted Leaching (AAL)* sebesar 556,4 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Arham, L. O., Mufakhir, F. R., & Saputra, H. (2020) “*Studi Ekstraksi Bijih Emas Asal Pesawaran dengan Metode Pelindian Agitasi dalam Larutan Sianida,*” *Journal of Science and Applicative Technology*, 4(2), 103-109
- Ariyanti, D., & Syaifuddin, M. (2019) “*Ekstraksi Au dari Batuan Mineral dengan Hidrometalurgi Aerasi-Sianidasi serta Kajian Perbandingan Efektivitasnya pada Berbagai Metode dan Pelarut,*” *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 4(2), 115-122.
- Flatman, P., Lotz. (2015) “*Aachen Reactors, A Proven System to Realize Hidden Economic Potentials,*” Maelgwyn Mineral Service Ltd, United Kingdom
- Handayani, Sri dan Suratman. (2017) “*Biooksidasi: Teknologi Alternatif Pengolahan Bijih Emas Refraktori,*” *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Vol. 13 No. 3 Hal 197-211, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara Bandung, Jawa Barat.
- Meybodi, S. M., Heydari, M. A., Nejad, I. G., Mobini, M. and Salehi, M. (2013) “*Facilitate of gold extracting from Moutech refractory gold ore using indigenous bacteria,*” *International Journal of Bio-Inorganic Hybrid Nanomaterials*, 2(2), pp. 365–371.
- Shumilova, L. V. (2016) “*Mineral and technogenic raw materials processing and concentration,*” *Mining Science and Technology*, 1, pp. 3–13.
- Zhang, Feng, Y. dan Li, H. (2016) “*Enhancement of bio-oxidation of refractory arsenopyritic gold ore by adding pyrolusite in bioleaching system,*” *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 26(9), pp. 2479–2484.