

# Perbandingan Hasil Logam Emas Pada Pengolahan Bijih Emas Dengan Metode Sianida (*Heap Leaching*) Berdasarkan Perbedaan Ukuran Butir Umpan

Maharani Rindu Widara<sup>1</sup>, Abdul Rauf<sup>2</sup>

Mahasiswa Magister Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta<sup>1</sup>  
maharaniwidara@gmail.com

Dosen Magister Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta<sup>2</sup>

## Abstrak

Tambang Rakyat di Desa Kertajaya Kecamatan Simpenan Kabupaten Sukabumi melakukan proses pengolahan emas dengan menggunakan metode sianidasi (*heap leaching*). proses *heap leaching* atau penyiraman umpan dilakukan dengan ukuran butir rata-rata 5 cm selama 16 jam. Uji coba proses pengolahan emas yang dilakukan penulis dengan membuat 5 macam perbedaan ukuran umpan (*feed*): Percobaan pertama dengan ukuran bijih emas (*feed*) 5 cm dengan total waktu *heap leaching* selama 16 jam, hasil logam emas yang diperoleh rata-rata 7,40 gram. Percobaan kedua yaitu dengan ukuran bijih emas (*feed*) 4 cm dengan total waktu *heap leaching* selama 16 jam, hasil logam emas yang diperoleh rata-rata 7,53 gram. Percobaan ketiga dengan ukuran bijih emas (*feed*) 3 cm dengan total waktu *heap leaching* selama 16 jam, hasil logam emas yang diperoleh rata-rata 11,27 gram. Percobaan keempat yaitu dengan ukuran bijih emas (*feed*) 2 cm dengan total waktu *heap leaching* selama 16 jam, hasil logam emas yang diperoleh rata-rata 11,46 gram. Percobaan kelima dengan ukuran bijih emas (*feed*) 1 cm dengan total waktu *heap leaching* selama 16 jam, hasil logam emas yang diperoleh rata-rata 12,28 gram. Dari hasil uji coba diatas maka diketahui bahwa Ukuran bijih emas (*umpan*) yang diolah sebaiknya 1 cm sehingga butiran emas bisa terbebaskan atau terliberasi secara sempurna sehingga dapat memperoleh logam emas yang optimal pada saat proses pengolahan.

Kata Kunci: *heap leaching*, sianidasi, ukuran butir.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Emas merupakan mineral yang sangat ekonomis dan mudah dijual. Untuk memperoleh logam emas harus melalui tahapan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan emas umumnya dapat dilakukan dengan dua metoda pengolahan, yaitu: cara amalgamasi dan sianidasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi dari hasil pengolahan menggunakan metode sianidasi diantaranya adalah ukuran butir umpan pengolahan. Tujuan dari pengecilan ukuran untuk membebaskan atau melepaskan mineral berharga dari ikatan mineral pengotornya (*liberasi*), menjadi butiran yang bebas sempurna (*free particle*).

Proses pelindian sianidasi diawali dengan pengecilan ukuran umpan, hal ini bertujuan agar emas dapat terbebaskan dari batuan induknya. *Liberasi* bijih ini menjadi sangat penting antara lain karena dapat mengurangi kehilangan emas yang masih terperangkap dalam batuan induk. dapat dilakukan kegiatan konsentrasi bijih tanpa kehilangan emas berlebihan dan dapat meningkatkan kemampuan ekstraksi emas.

Pada proses *heap leaching* umpan yang digunakan biasanya berukuran butir rata-rata 2 cm. hal ini perlu dikaji untuk mengetahui ukuran butir yang sesuai agar mendapatkan hasil logam emas yang optimal.

### 1.2 Dasar Teori

Emas adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol *au* (bahasa latin: '*aurum*') dan nomor atom 79. Sebuah logam transisi (trivalen dan univalen) yang lembek, mengkilap, kuning, berat, "*malleable*", dan "*ductile*". Emas merupakan logam yang bersifat lunak dan mudah ditempa, kekerasannya berkisar antara 2,5 – 3 (skala mohs), serta berat jenisnya tergantung pada jenis dan kandungan logam lain yang berpadu dengannya. Mineral pembawa emas biasanya berasosiasi dengan mineral ikutan (*gangue minerals*). Mineral ikutan tersebut umumnya kuarsa, karbonat, turmalin, flourpar, dan sejumlah kecil mineral non logam. Di dalam bijih emas biasanya terdapat berbagai mineral sulfida seperti pirit, galena, arsenopirit, kalkopirit, kovelit dan kalkosit.

Berdasarkan proses terbentuknya, endapan emas dikategorikan menjadi dua type yaitu. Endapan primer / Cebakan Primer yaitu

Pada umumnya emas ditemukan dalam bentuk logam (*native*) yang terdapat di dalam retakan-retakan batuan kwarsa dan dalam bentuk mineral yang terbentuk dari proses magmatisme atau pengkonsentrasian di permukaan. Beberapa endapan terbentuk karena proses metasomatisme kontak dan aktifitas hidrotermal, yang membentuk tubuh bijih dengan kandungan utama silika. Cebakan emas primer mempunyai bentuk sebaran berupa urat/vein dalam batuan beku, kaya besi dan berasosiasi dengan urat kuarsa.

Endapan plaser / Cebakan Sekunder. Emas juga ditemukan dalam bentuk emas aluvial yang terbentuk karena proses pelapukan terhadap batuan-batuan yang mengandung emas (*gold-bearing rocks*, Lucas, 1985). Proses oksidasi dan pengaruh sirkulasi air yang terjadi pada cebakan emas primer pada atau dekat permukaan menyebabkan terurainya penyusun bijih emas primer. Proses tersebut menyebabkan juga terlepas dan terdispersinya emas. Terlepas dan tersebarnya emas dari ikatan bijih primer dapat terendapkan kembali pada rongga-rongga atau pori batuan, rekahan pada tubuh bijih dan sekitarnya, membentuk kumpulan butiran emas dengan tekstur permukaan kasar. Akibat proses tersebut, butiran-butiran emas pada cebakan emas sekunder cenderung lebih besar dibandingkan dengan butiran pada cebakan primernya (Boyle, 1979). Dimana pengkonsentrasian secara mekanis melalui proses erosi, transportasi dan sedimentasi (terendapkan karena berat jenis yang tinggi) yang terjadi terhadap hasil disintegrasi cebakan emas primer menghasilkan endapan emas letakan/aluvial (*placer deposit*).

Pengolahan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memisahkan mineral berharga dari mineral pengotornya melalui beberapa tahap.

Kominusi atau pengecilan ukuran adalah proses pemecahan padatan / batuan secara mekanis, sebagai langkah pertama yang dilakukan dalam proses pengolahan bahan galian, yaitu memperkecil ukuran (mereduksi) menjadi pecahan-pecahan yang berukuran lebih kecil sesuai ukuran butiran yang diperlukan dengan cara memecahkan/meremukkan dan kemudian mengerus bongkahan-bongkahan batuan tersebut.

Pengecilan ukuran adalah proses industri dalam pemecahan batuan secara mekanis yang dilakukan dalam 2 tahap yaitu :

A. *Crushing* (peremukkan)

Peremukkan adalah proses reduksi ukuran dari bahan galian / bijih yang langsung dari tambang (ROM = *run of mine*) dan berukuran

besar-besar (diameter sekitar 100 cm) menjadi ukuran 20-25 cm bahkan bisa sampai ukuran 2,5 cm. Peralatan yang dipakai antara lain adalah *Jaw crusher*, *Gyratory crusher*, *Cone crusher*

B. *Grinding* (pengerusan)

Pengerusan adalah proses lanjutan pengecilan ukuran dari yang sudah berukuran 2,5 cm menjadi ukuran yang lebih halus. Pada proses pengerusan dibutuhkan media pengerusan yang antara lain terdiri dari :

- Bola-bola baja atau keramik (*steel or ceramic balls*).
- Batang-batang baja (*steel rods*).
- Campuran bola-bola baja dan bahan galian atau bijihnya sendiri yang disebut *semi autogenous mill* (SAG).
- Tanpa media pengerus, hanya bahan galian atau bijihnya yang saling mengerus dan disebut *autogenous mill*.

Peralatan pengerusan yang dipergunakan adalah:

- Ball mill* dengan media pengerus berupa bola-bola baja atau keramik.
- Rod mill* dengan media pengerus berupa batang-batang baja.
- Semi autogenous mill* (SAG) bila media pengerusnya sebagian adalah bahan galian atau bijihnya sendiri.
- Autogenous mill* bila media pengerusnya adalah bahan galian atau bijihnya sendiri.

Adapun tujuan dari pengecilan ukuran tersebut yaitu:

- Untuk memperkecil ukuran batuan, sehingga diperoleh butiran mineral dengan ukuran tertentu, sesuai dengan persyaratan yang diperlukan baik sebagai bahan baku untuk industri (mineral industri) maupun untuk diolah lebih lanjut dalam proses metalurgi untuk mengekstrak logamnya (mineral logam).
- Untuk membebaskan atau melepaskan mineral berharga dari ikatan mineral pengotornya (liberasi), menjadi butiran yang bebas sempurna (*free particle*).
- Mempermudah pengangkutan / transportasi.

Penyeragaman ukuran (*sizing*) adalah proses untuk memisahkan atau membagi-bagi campuran butiran yang berbeda ukurannya menjadi bagian-bagian atau fraksi dimana tiap fraksi mempunyai ukuran butiran yang hampir sama.

*Heap leaching* (pelindian tumpukan) dikembangkan sebagai suatu proses pengolahan mineral logam berkadar rendah yang efisien. Dibandingkan dengan sianidasi konvensional (*agitated tank leached*) *heap leaching* mempunyai beberapa kelebihan, desain yang sederhana, biaya operasi yang murah dan investasi lebih sedikit.

*Recovery heap leaching* berkisar 60% sampai dengan 80% (Yimi Diantoro,2010:77).

Selain emas dan perak, sianidasi juga sering dipakai untuk *recovery* tembaga karena sifat logam ini dapat larut dengan baik dalam sianida. Kadang kala pada batuan tembaga juga banyak dijumpai kandungan emas dan perak sehingga metode sianidasi pada batuan ini masih ekonomis diterapkan.

*Heap leaching* melalui tahapan proses sebagai berikut:

1. Persiapan fondasi pelindian dengan sudut 1° sampai dengan 6° atau lebih untuk drainase.
2. *Crushing* batuan menjadi ukuran 0,5-1 inci.
3. Menempatkan batuan pada tempat pelindian.
4. Menyemprotkan larutan *sodium cyanide* dengan spray (0,5-5 kg NaCN per ton larutan)
5. Mengumpulkan larutan untuk proses selanjutnya.

Fondasi pelindian (*leaching pad*) bisa dibuat secara permanen menggunakan lantai beton atau dengan pengerasan fondasi dan dilapisi *geo membrane (high density polyethylene)*.

Proses pelindian sianidasi merupakan proses yang lamban. Pada umumnya diperlukan waktu tinggal 12-24 jam. Kebutuhan sianida berkisar 0,5-5 kg NaCN per ton bijih. Seperti telah dijelaskan terdahulu bahwa adanya mineral-mineral sulfida (Cu-S,Fe-S,Pb-S) di dalam bijih akan memperbesar kebutuhan sianida karena logam-logam ini disebut *cyanidcides* yaitu material yang mengkonsumsi sianida, juga akan terlarut bersama emas dan perak. Proses sianidasi sangat tergantung pada jenis bijihnya, bila logam emas terperangkap di dalam mineral sulfida maka prosesnya menjadi sulit karena memerlukan upaya penggerusan pada ukuran yang lebih kecil agar logam emas bisa terbebaskan dari batuan induknya.

Kelebihan *heap leaching* (Yimi Diantoro, 2010:80):

1. Ekstraksi tumpukan bisa dilakukan dengan ukuran batuan ¾ inci, sedangkan ekstraksi pada tangki berpengaduk membutuhkan ukuran 100 mesh. Penghalusan batuan ini membutuhkan biaya investasi dan operasional yang tidak murah.
2. Pemisahan padatan dan cairan tidak dibutuhkan pada *heap leaching*.
3. Penempatan tailing bisa dilakukan pada *leaching pad* setelah reklamasi.

Kekurangan *heap leaching* jika dibandingkan dengan *tank leaching* adalah (Yimi Diantoro,2010:80):

1. Tumpukan batuan harus cukup berpori-pori untuk mengalirkan larutan. Banyak kasus *heap leaching* gagal karena larutan tidak bisa mengalir, yang biasanya disebut oleh *block out*. Hal ini banyak dijumpai pada batuan yang mengandung lempung. Masalah ini dapat diatasi dengan aglomerasi.
2. Pada daerah yang curah hujannya sangat tinggi, air hujan dapat mengurangi konsentrasi pelarut.

Pelindian/ekstraksi berlangsung menurut reaksi:

1.  $Au + NaCN + O_2 + H_2O \rightarrow NaAu(CN)_2 + NaOH$  (Persamaan Elsener dan Adamson)
2.  $Au + NaCN + O_2 + H_2O \rightarrow NaAu(CN)_2 + H_2O_2 + NaOH$  (Persamaan Adamson)

Untuk mempercepat pelarutan emas pada larutan sianida perlu ditambahkan katalis, yaitu *lead nitrat* (PbNO<sub>3</sub>). Katalis juga meningkatkan *recovery* emas mencapai 95%. Umumnya larutan sianida kompleks mengandung antara 1-3 ppm. Pengambilan larutan berhenti jika kandungan emas turun sampai dengan 0,005 ounce emas per ton larutan. Setelah siklus proses pelindian selesai tempat pelindian dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa sianida digunakan hidrogen peroksida.

Logam mulia diambil dari karbon dengan mengalirkan larutan panas *caustic soda* dan campuran sianida (1% NaOH dan 1% NaCN). Pada tambang tradisional biasanya karbon yang sudah terisi emas kompleks langsung dibakar, debu dari hasil pembakaran karbon tersebut kemudian diambil untuk dilebur. Logam yang terkandung langsung dapat dimurnikan.

## 2. Bahan Dan Metode

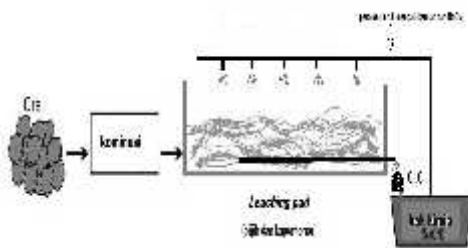
### 2.1 Bahan dan Alat

Bijih emas yang digunakan sebagai umpan berlokasi di daerah Cijiwa. Bijih yang telah disiapkan berukuran 5 - 8 cm dilakukan kominusi atau pengecilan ukuran butir agar mudah dalam proses sianidasi, alat yang digunakan adalah *jaw crusher* produk dari peremukan tahap pertama ini berukuran rata-rata 2 - 3 cm, sedangkan peremukan tahap kedua (*secondary crusher*) menggunakan alat *Hammer mill*, adapun umpan (*feed*) dari *hammer mill* ini adalah hasil (produk) dari peremukan *jaw crusher* yang berukuran 2 - 3 cm sehingga setelah diproses dengan *hammer mill* menghasilkan produk yang berukuran 1 cm. Bahan proses sianidasi berupa NaCN, kapur tohor (CaO) untuk mengatur pH, air, karbon aktif untuk mengadsorpsi emas dan perak yang larut dalam larutan kaya, boraks digunakan dalam proses *retorting*. Sedangkan peralatan yang digunakan satu set alat *heap leaching*, timbangan, pH meter (kertas lakmus) dan alat *retorting*.

## 2.2 Metode

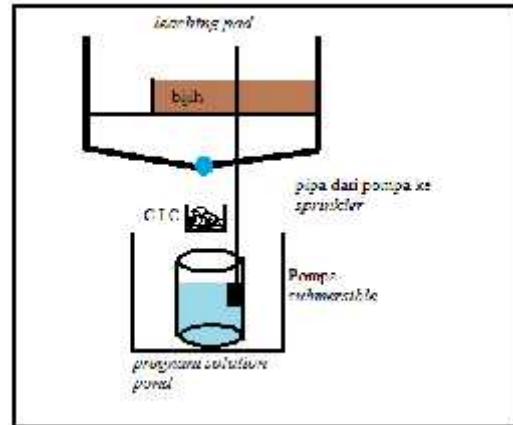
### Heap Leaching

Uji coba pengolahan bijih emas metode *heap leaching* ini variabel yang tidak tetap pada tiap percobaan adalah ukuran butir sedangkan variabel yang lain seperti konsentrasi NaCN, air, dan karbon aktif dilakukan variabel yang tetap, bijih yang telah dilakukan kominusi dengan variabel antara 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm dan 5 cm sebanyak 1 ton umpam pada setiap percobaan, umpam dimasukkan kedalam *leaching pad*. Setelah *leaching pad* terisi dengan umpam (*feed*), maka langkah selanjutnya adalah memasukkan air sebanyak 450 liter kedalam *pregnant solution pond* dan penambahan bahan tambahan kimia lainnya pada setiap percobaan diantaranya, kapur tohor (CaO) sebanyak 15 kg berfungsi untuk menjaga pH agar tetap basa yaitu 10-11. Cairan kapur tohor dicampurkan atau dialirkan ke dalam *pregnant solution pond* yang telah terisi air 450 liter. Setelah air dalam bak kimia tersebut tercampur dengan kapur, maka proses penyiraman secara sirkulasi melalui *sprinkler* akan berlangsung selama kurang lebih 15 menit sehingga air hasil sirkulasi tersebut menjadi agak jernih. Setelah air mulai jernih, air yang berada di *pregnant solution pond* diberi konsentrasi *sodium cyanide* (NaCN) sebanyak 1 kg pada setiap percobaan. *Sodium cyanide* (NaCN) yang telah larut dalam kolam penampungan larutan kaya disiramkan ke umpam yang berada pada *leaching pad* melalui *sprinkler*. Karbon aktif lokal seberat 3 kg dimasukkan ke dalam ember yang telah dilubangi bawahnya dan kemudian digantungkan pada mulut pipa paralon yang mengalirkan larutan kaya (*pregnant solution*).



Gambar 1. Bagan alir pengolahan emas *heap leaching*

Karbon aktif digunakan untuk mengadsorpsi emas dan perak yang larut dalam larutan kaya. Larutan kaya yang telah melewati karbon aktif akan mengalir pada kolam penampungan larutan kaya dan dialirkan kembali pada *leaching pad*. Hal ini akan berulang secara sirkulasi hingga 16 jam.



Gambar 2. Kolam pengolahan emas *heap leaching* (tampak samping)

*Leaching pad* : bak pelindian umpam bijih emas  
*Pregnant solution pond* : kolam penampungan larutan kaya

*Sprinkler cyanide* : sprinkler yang mengalirkan larutan kaya dari kolam penampungan larutan kaya (*Pregnant solution pond*) ke dalam bak material dan disiramkan pada umpam (*feed*).

Bagian-bagian dari *sprinkler cyanide* adalah:

1. Pompa submersible berfungsi untuk menyerap air pada kolam penampungan larutan kaya dan sekaligus mendorong air tersebut menuju *leaching pad* (sirkulasi)
2. Selang berfungsi untuk menghubungkan pompa submersible dengan paralon
3. Paralon dan sprinkler berfungsi untuk menyiramkan air larutan kaya ke umpam

Pipa paralon : untuk mengalirkan larutan kaya (*pregnant solution*) menuju karbon aktif (C.I.C) setelah itu larutan tersebut kembali mengalir ke dalam *pregnant solution pond*

Setelah 16 jam kemudian karbon aktif dibakar langsung dalam keadaan basah. Cara pembakaran karbon yaitu memasukkan karbon (*adsorben*) yang telah menyerap atau mengikat butiran emas ke permukaan pori karbon aktif (*adsorben*) ke dalam tungku pembakaran dengan menggunakan arang dan ditiup oleh blower yang dipasang dekat dengan tungku pembakaran. Tujuan dari pembakaran karbon (*adsorben*) ini adalah untuk mengambil abu yang mengandung emas.

Pada pembakaran karbon (*adsorben*), mendapatkan abu yang mengandung emas. Kemudian mengumpulkan abu tersebut ke dalam koi (istilah setempat) atau cawan yang terbuat dari tanah liat dengan mencampurkan boraks atau pijer (istilah setempat) dan juga membasahkan abu yang telah tercampur boraks tersebut dengan air. Abu dan boraks dicampur setelah itu dilakukan pembakaran (*retorting*). Campuran abu dan boraks di bakar untuk mendapatkan emas serta logam-logam lain yang ikut larut dalam NaCN. Pembakaran (*retorting*) terjadi hingga beberapa

saat hingga abu dan boraks menguap dan meninggalkan emas dan logam-logam lainnya pada cawan tersebut. Emas hasil pembakaran karbon aktif diambil dari cawan. Setelah itu ditimbang untuk mengetahui berat bulion.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada uji coba pengolahan emas dengan metode *heap leaching* ini dilakukan 6 (enam) kali percobaan pada tiap variabel yang di uji. Dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1: Hasil percobaan berdasarkan perbedaan ukuran butir bijih

Ukuran batuan (cm)	Percobaan ke	Logam emas Au-Ag (gram)	Logam emas (gram)	Hasil Rata-rata (gram)
5	1	7,3	44,42	7,40
	2	7,28		
	3	7,4		
	4	7,8		
	5	7,34		
	6	7,3		
4	1	7,07	45,15	7,53
	2	7,41		
	3	7,7		
	4	7,8		
	5	7,57		
	6	7,6		
3	1	11,6	67,6	11,27
	2	11,07		
	3	11,8		
	4	11,3		
	5	10,8		
	6	11,03		
2	1	10,98	68,74	11,46
	2	11,8		
	3	11,07		
	4	11,91		
	5	11,93		
	6	11,05		
1	1	12,71	73,65	12,28
	2	12,26		
	3	12,8		
	4	11,91		
	5	11,93		
	6	12,04		

Dari hasil percobaan diketahui hasil logam emas terendah terdapat pada ukuran butir 5 dengan rata-rata hasil logam emas sebesar 7,4 gram, sedangkan ukuran butir 4 mendapatkan hasil logam emas dengan rata-rata 7,53 gram hal ini dikarenakan emas tidak terliberasi secara sempurna. Faktor utama yang mempengaruhi kecilnya hasil *recovery* ini disebabkan karena ukuran butir batuan yang masih cukup besar < 3 cm sehingga larutan NaCN yang berfungsi sebagai pelarut emas hanya dapat melarutkan emas pada permukaan batuan saja dan emas yang masih tertinggal dalam batuan tersebut tidak ikut terlarut karena tidak tersentuh oleh larutan NaCN tersebut.

Adapun kelebihan dari ukuran butir 4 cm dan 5 cm yaitu: Pada proses penyiraman (*heap Leaching*) air hasil sirkulasi sangat lancar dikarenakan terdapat rongga atau pori yang pada saat sirkulasi air dari *pregnant solution pond* kedalam *leaching pad* (umpan) sehingga proses penyiraman melalui sprinkle tidak terhambat.

Hasil logam emas yang tertinggi terdapat pada percobaan dengan variabel ukuran butir 1 cm yaitu sebesar 12,28 gram, sehingga butiran emas bisa terbebaskan atau terliberasi secara sempurna sehingga dapat memperoleh logam emas yang optimal pada saat proses pengolahan. Namun pada proses penyiraman (*heap Leaching*) untuk ukuran butir 1 cm ukuran butir terlalu kecil dan seragam maka proses pengolahan akan terhambat karena tidak adanya pori-pori pada saat penyiraman sehingga larutan sianida dari *pregnant solution pond* yang disiramkan *sprinkler* akan menampung diatas tumpukan bijih dan tidak terjadi sirkulasi sebagaimana proses yang diinginkan.

Hasil rata-rata metode sianidasi (*heap leaching*) dihitung dari jumlah logam emas hasil pengolahan 6 kali percobaan dengan ukuran butir bijih emas yang sama pada setiap percobaan, yakni tiap ukuran dilakukan uji coba dengan metode sianidasi (*heap leaching*) sebanyak 5 kali dengan variabel yang berbeda pada ukuran butir. Hasil rata-rata dari kelima ukuran butir tersebut yaitu terlihat pada diagram berikut:



Gambar 3. Perbandingan Hasil Rata-rata Percobaan Pengolahan Bijih Emas

### 4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil percobaan pengolahan bijih emas berdasarkan perbedaan ukuran butir bijih emas dengan metode sianidasi (*heap leaching*) yaitu pada hasil rata-rata percobaan pertama adalah 7,4 gram dari ukuran umpan (*feed*) 5 cm, percobaan kedua didapatkan hasil *bullion* rata-rata 7,53 gram dari ukuran umpan (*feed*) 4 cm, hasil percobaan ketiga dengan rata-rata *bullion* yang didapatkan yaitu 11,27 gram dari ukuran umpan (*feed*) 3 cm, percobaan keempat mendapatkan *bullion* rata-rata 11,46 gram dari ukuran umpan 2 cm dan percobaan kelima dengan ukuran umpan 1 cm mendapatkan hasil *bullion* rata-rata 12,28 gram.

Pada pengolahan bijih emas metode *heap leaching* ukuran butir sangat berpengaruh terhadap hasil logam emas. Semakin kecil ukuran butir yang digunakan sebagai umpan maka semakin besar perolehan logam emas yang di dapat.

#### **Daftar Pustaka**

- Diantoro, Yimi, 2010. Emas Investasi dan Pengolahannya. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Purnamawati, Dwi Indah, 2012. Genesa Dan Kelimpahan Mineral Logam Emas, Dan Asosiasinya Berdasarkan Analisis Petrografi, Dan *Atomic Absorbtion Spectrophotometry* (AAS), Di Daerah Sangon, Kabupaten Kulonprogo, Propinsi DIY. Yogyakarta: Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Rosana, Mega F,2006. Geologi Kawasan Ciletuh, Sukabumi :Karakteristik, Keunikan Dan Implikasinya. Bandung: UNPAD.
- Sarempa, Apriani. Tanpa Tahun. Optimasi *Recovery* Emas Dan Perak Dengan Sianidasi Pada Deposit Bijih Emas Kadar Rendah Di Pt. Nusa Halmahera Minerals Daerah Gosowong Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.
- Sudarsono, Arief S, 2003. Pengantar Pengolahan dan Ekstraksi Bijih Emas. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Tangkuman, Herling D, 2008. Pengaruh Konsentrasi Sianida Terhadap Produksi Emas. Manado: UNSRAT Manado.
- Widodo, 2008. Pengaruh Perlakuan Amalgamasi Terhadap Tingkat Perolehan Emas dan Kehilangan Merkuri. Sukabumi Selatan: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI



SEMINAR NASIONAL  
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI  
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294  
Email : [seminar@sttnas.ac.id](mailto:seminar@sttnas.ac.id) website : [www.retii.sttnas.ac.id](http://www.retii.sttnas.ac.id)



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA  
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :




Nama Pemakalah : Maharani Rindu Widara<sup>1</sup>, Abdul Rauf<sup>2</sup>  
Judul Makalah : PERBANDINGAN HASIL LOGAM EMAS PADA PENGOLAHAN BIJIH EMAS DENGAN METODE SIANIDA (HEAP LEACHING) BERDASARKAN PERBEDAAN UKURAN BUTIR UMPAN  
  
Pukul : 11.30 - 11.45  
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta  
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY  
Ruang : C.1  
Moderator : Hidayatullah, S.T., M.T  
Notulen : Lilis Zulaikha, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : 8 orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugianto, MT	 Hidayatullah, S.T., M.T	 Maharani Rindu Widara <sup>1</sup> , Abdul Rauf <sup>2</sup>



**SEMINAR NASIONAL  
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI  
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294  
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471



**NOTULEN  
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Maharani Rindu Widara<sup>1</sup>, Abdul Rauf<sup>2</sup>  
 Judul Makalah : PERBANDINGAN HASIL LOGAM EMAS PADA PENGOLAHAN BIJIH EMAS DENGAN METODE SIANIDA (HEAP LEACHING) BERDASARKAN PERBEDAAN UKURAN BUTIR UMPAN  
 Pukul : 11.30 - 11.45  
 Bertempat di : STTNAS Yogyakarta  
 Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY  
 Ruang : C.1

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
<p>Pertanyaan: Pertu diberi batas optimal agar lebih. membenarkan hasil yang lebih terukur C grafik hasil leachings emas?          Karena asumsi penelitian satu lokasi dianggap mempunyai leachings yang sama.          emas</p>	<p>Saran diterima.</p>

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Hidayatullah, S.T., M.T	 Maharani Rindu Widara <sup>1</sup> , Abdul Rauf <sup>2</sup>