

**ANALISIS PENGARUH UKURAN DARI UMPAN  
TERHADAP PEROLEHAN EMAS PADA  
PENGOLAHAN EMAS MENGGUNAKAN METODE  
*HEAP LEACHING* DI DESA KERTAJAYA  
KECAMATAN SIMPENAN KABUPATEN SUKABUMI  
PROVINSI JAWA BARAT**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1  
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



**OLEH :**

**SANDIKA WICAKSANA  
DBD 113 048**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2019**

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : SANDIKA WICAKSANA  
NIM : DBD 113 048  
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan – kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam penulisan dan penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 29 Mei 2019

Penulis,

**SANDIKA WICAKSANA**  
NIM : DBD 113 048

# HALAMAN PENGESAHAN

## SKRIPSI

### ANALISIS PENGARUH UKURAN DARI UMPAN TERHADAP PEROLEHAN EMAS PADA PENGOLAHAN EMAS MENGUNAKAN METODE *HEAP LEACHING* DI DESA KERTAJAYA KECAMATAN SIMPENAN KABUPATEN SUKABUMI PROVINSI JAWA BARAT

Oleh :

**SANDIKA WICAKSANA**  
**DBD 113 048**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Rabu, 29 Mei 2019  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

#### Susunan Tim Penguji,

- |   |                   |       |
|---|-------------------|-------|
| 1. <b><u>Ir. YULIAN TARUNA, M.Si</u></b><br>NIP 19580705 198903 1 019             | <b>Ketua</b>      | ..... |
| 2. <b><u>LISA VIRGIYANTI, ST., MT</u></b><br>NIP 19770904 200801 2 011            | <b>Sekretaris</b> | ..... |
| 3. <b><u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, ST., MT</u></b><br>NIP 19841022 201504 1 001    | <b>Anggota</b>    | ..... |
| 4. <b><u>YUSTINUS HENDRA.W, S.Si., MT., M.Sc</u></b><br>NIP 19700813 200003 1 007 | <b>Anggota</b>    | ..... |
| 5. <b><u>NENY SUKMAWATIE, S.Hut., MP</u></b><br>NIP 19760614 200801 2 020         | <b>Anggota</b>    | ..... |

Mengetahui,  
Dekan  
Fakultas Teknik

Mengetahui,  
Ketua Jurusan/Prodi  
Teknik Pertambangan

**Ir. WALUYO NUSWANTORO, MT.**  
NIP 196511191993021001

**FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT.**  
NIP 197912152008121001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

"Janganlah kamu merasa lemah dan jangan pula bersedih hati, sebab kamu paling tinggi derajatnya, jika kamu orang – orang yang beriman" ( QS. Ali Imran : 139 )

"Wahai orang – orang yang beriman! Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertaqwa lah kepada Allah agar kamu beruntung" ( QS. Ali Imran : 200 )

### Dengan Penuh Cinta

Karya kecil ini ku persembahkan untuk ibu yang selalu berkorban untuk ku, memberikan semangat, dukungan dan doanya serta kesabarannya sehingga aku dapat menyelesaikan studi ini. Memang sedikit terlambat dari rencana yang telah dibuat tapi aku bersyukur dapat menyelesaikannya karena setiap orang punya waktunya masing – masing.

Terima kasih kepada Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah memberikan ilmu dan pengetahuannya ketika aku dilanda kebingungan dalam penyusunan skripsi ini.

Terima kasih kepada para Dosen Teknik Pertambangan atas segala ilmunya dan staff jurusan/prodi teknik pertambangan atas segala bantuannya.

Teteh Ratih Nurjayati dan Bapak Engkus Kusmayadi Serta Karyawan LUTP LIPi yang telah banyak membantu penulis ketika melaksanakan kegiatan penelitian.

Terima kasih untuk kawan – kawan seperjuangan yang membantuku dalam penyelesaian skripsi ini.

## SARI

Pengolahan emas yang dilakukan di Desa Kertajaya menggunakan metode sianidasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ukuran umpan yang sesuai pada pengolahan emas secara sianidasi menggunakan metode *Heap leaching* sehingga perolehan emas dapat dioptimalkan.

Proses *heap leaching* dilakukan dengan cara menyiramkan larutan sianida pada tumpukan umpan yang dilakukan selama 12 jam. Uji coba dilakukan dengan membuat 2 (Dua) variasi ukuran umpan yaitu ukuran umpan < 2cm – 1 cm dan ukuran < 1 cm – 1 mm. Hasil logam emas yang diperoleh pada percobaan pertama dengan ukuran umpan < 2 cm – 1 cm total waktu penyiraman selama 12 jam adalah 94,1 mg dengan perolehan emas sebesar 48,75% dan Hasil percobaan kedua dengan ukuran umpan < 1 cm – 1 mm dengan waktu penyiraman selama 12 jam adalah 59,25 mg dengan perolehan emas sebesar 41,14%.

Berdasarkan hitungan teoritis jika ukuran semakin kecil maka perolehan emasnya akan mengalami peningkatan, tetapi pada aplikasinya di lapangan pengolahan dengan ukuran < 1 cm – 1 mm mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan mineral – mineral sulfida seperti pirit yang membungkus emas pada batuan, sedangkan sianida tidak memiliki kemampuan untuk melarutkan emas yang terjebak pada mineral tersebut.

Kata Kunci : Emas, Sianidasi, *Heap Leaching*, Ukuran Umpan

## **ABSTRACT**

Gold processing carried out in Kertajaya Village using the cyanidation method. The purpose of this study was to find out the appropriate bait size for cyanidation gold processing using the Heap leaching method so that gold can be optimized.

The heap leaching process is carried out by pouring cyanide solution on a feed pile which is carried out for 12 hours. The trial was conducted by making 2 (two) variations in bait size, namely the bait size <2cm – 1 cm and size <1 cm – 1 mm. The results of gold metal obtained in the first experiment with a feed size of <2 cm – 1 cm total watering time for 12 hours was 94.1 mg with recovery of 48.75% and The results of the second experiment with a feed size <1 cm – 1 mm with a watering time of 12 hours were 59.25 mg with recovery of 41.14%.

Based on theoretical calculations if the size gets smaller then the gold gain will increase, but in its applications in processing fields with a small size of 1 cm – 1 mm it has decreased. This is due the presence of sulfide minerals such as pyrite which wraps gold in rocks, whereas cyanide does not have the ability to dissolve gold trapped in the mineral.

Keywords: Gold, Cyanidation, Heap Leaching, Bait Size

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat karunia dan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan judul Pengaruh Ukuran Umpan Terhadap Perolehan Emas Menggunakan Metode *Heap Leaching* di Desa Kertajaya, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dari awal pengambilan data hingga sampai ke tahap ujian akhir selama  $\pm$  11 bulan, dimulai dari tanggal 1 juli 2018 hingga 29 mei 2019. Syukur kepada-Nya senantiasa penulis ucapkan atas segala nikmat yang diberikan.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT Selaku Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT Selaku Sekretaris Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya Sekaligus Dosen Penguji I.
4. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si Selaku Dosen Pembimbing Skripsi I.
5. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT Selaku MONEV Skripsi Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya Sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi II.
6. Bapak Hepriyandi L.DJ. Usup, ST., MT Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Yustinus Hendra Wiryanto, S.Si., MT., M.Sc, Selaku Dosen Penguji II.
8. Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., MP, Selaku Dosen Penguji III.

9. Bapak Danang Nor Arifin, ST., MT Kepala Loka Uji Teknik Penambangan LIPI Sukabumi yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian skripsi.
10. Bapak Suryo Sembodo, ST Sebagai Pembimbing Skripsi di LUTP LIPI Sukabumi.

Penulis berharap agar laporan skripsi nantinya dapat bermanfaat dan bisa dipergunakan dengan sebaik-baiknya. Penulis telah berupaya dengan optimal dalam penyusunan skripsi ini, namun penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam laporan skripsi ini. Masukan kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi kesempurnaan penulisan ilmiah selanjutnya

Palangka Raya, 29 Mei 2019

Penulis,

SANDIKA WICAKSANA  
DBD 113 048

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SARI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Emas .....	5
2.2.1 Sifat – Sifat Emas.....	6
2.2.2 Kadar Emas .....	7
2.2.3 Ganesa Emas .....	8
2.3. Kegiatan Penambangan.....	11
2.4 Pengolahan Bahan Galian .....	14
2.4.1 Kominusi atau Reduksi Ukuran ( <i>comminution</i> ) .....	15
2.4.2 Pemisahan Ukuran ( <i>sizing</i> ) .....	16
2.4.3 Peningkatan Konsentrasi ( <i>concentration</i> ) .....	18
2.5 Ekstraksi Metalurgi.....	18
2.6 Hidrometalurgi .....	19
2.7 Metode Pengolahan Emas .....	21
2.7.1 Metode Amalgamasi .....	21
2.7.2 Metode Sianidasi .....	24
2.8 Pengaruh Bijih Emas Refraktori Terhadap Perolehan Emas .....	27
2.9 <i>Heap Leaching</i> .....	29
2.10 Instalasi Pengolahan Metode <i>Heap Leaching</i> .....	32

2.11	<i>Carbon Adsorption Recovery</i> .....	34
2.12	Perolehan Emas .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Gambaran Umum Daerah Penelitian .....	37
	3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	37
3.2	Keadaan Geologi .....	38
	3.2.1 Kondisi Geologi Regional .....	38
	3.2.2 Keadaan Geologi Daerah Penelitian .....	42
3.3	Alat dan Bahan .....	42
	3.3.1 Peralatan Yang Digunakan .....	42
	3.3.2 Bahan – Bahan Yang Diperlukan .....	44
3.4	Tata Laksana .....	44
	3.4.1 Tahapan Pengumpulan Data .....	44
	3.4.2 Tahapan Pengolahan dan Analisis Data .....	45
3.5	Metode Penelitian .....	46
3.6	Bagan Alir Penelitian .....	47
3.7	Waktu Penelitian .....	47
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>50</b>
4.1	Hasil .....	50
	4.1.1 Tahapan Pengolahan Emas Metode <i>Heap Leaching</i> .....	50
	4.1.2 Pengaruh Ukuran Umpan Terhadap Perolehan Emas .....	63
4.2	Pembahasan .....	67
	4.1.1 Tahapan Pengolahan Emas Metode <i>Heap Leaching</i> .....	67
	4.1.2 Pengaruh Ukuran Umpan Terhadap Perolehan Emas.....	73
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>77</b>
5.1	Kesimpulan .....	77
5.2	Saran .....	78

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
3.1 Waktu Penelitian Skripsi .....	49
4.1 Pengecekan pH Larutan .....	57
4.2 Perolehan Emas Hasil Pengolahan .....	63
4.3 Kadar Au Pada <i>Feed</i> dan <i>Tailing</i> .....	64
4.4 Kadar Au Dalam <i>feed</i> , <i>Tailing</i> dan Logam Emas .....	65
4.5 Variabel Tetap dan Tidak Tetap .....	65
4.6 Hasil Perolehan Emas Ukuran Umpan < 2 cm .....	66
4.7 Variabel Tetap dan Tidak Tetap .....	66
4.8 Hasil Perolehan Emas Ukuran Umpan < 1 cm .....	66
4.9 Perolehan Emas Uji Coba <i>Heap Leaching</i> .....	67
4.10 Hasil Percobaan Pengaruh Luas Permukaan Laju Reaksi .....	69
4.11 Konsentrasi NaCN terhadap Perolehan Emas .....	70
4.12 Hasil Penimbangan Massa Batuan .....	73
4.13 Kandungan Emas Pada Batuan .....	74
4.14 Persentase Perolehan Emas Berdasarkan Ukuran Umpan .....	75

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Gambar Bentuk Fisik Emas .....	6
2.2 Gambar Pembentukan Emas Dari Proses <i>Hidrothermal</i> .....	9
2.3 Gambar Tahapan Proses Penambangan Di Desa Kertajaya .....	12
2.4 Gambar Lubang Masuk Horizontal .....	13
2.5 Gambar Lubang Masuk Vertikal .....	13
2.6 Gambar Desain Kolam Pengolahan <i>Heap Leaching</i> Tampak Atas .....	32
2.7 Gambar Desain Kolam Pengolahan <i>Heap Leaching</i> Tampak Samping ...	33
2.8 Gambar Desain Kolam Pengolahan <i>Heap Leaching</i> Tampak Depan .....	34
3.1 Gambar Morfologi Daerah Penelitian .....	38
3.2 Gambar Korelasi Stratigrafi Daerah Jampang .....	41
3.3 Gambar Diagram Alir Penelitian .....	48
4.1 Gambar Bijih Emas .....	50
4.2 Gambar Proses Pengecilan Ukuran Umpan .....	51
4.3 Gambar Ayakan .....	52
4.4 Gambar Proses Penimbangan Umpan .....	52
4.5 Gambar Penimbangan NaCN dan Karbon Aktif .....	54
4.6 Gambar Umpan, Karbon Aktif dan NaCN .....	54
4.7 Gambar Meratakan Umpan Pada <i>Leaching Pad</i> .....	55
4.8 Gambar Pengecekan pH Larutan .....	56
4.9 Gambar Larutan Kapur .....	58
4.10 Gambar Penyiraman Umpan .....	58
4.11 Gambar Karbon Aktif dan Proses Penyerapan Larutan Kaya .....	59
4.12 Gambar Umpan, Larutan Kaya, <i>Tailing</i> dan Karbon Hasil Pengolahan ...	60
4.13 Gambar Proses Pembakaran Karbon Aktif Menjadi Abu .....	61
4.14 Gambar Abu Hasil Pembakaran Karbon Aktif .....	61
4.15 Gambar Proses Pembakaran Abu Untuk Mendapatkan Logam Emas .....	62
4.16 Gambar Logam Hasil Pengolahan .....	63
4.17 Gambar Pengaruh Luas Permukaan Pada Laju Reaksi .....	69
4.18 Gambar Pengujian Berat Batuan .....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

- A. Peta Kesampaian Daerah
- B. Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang
- C. Peta Geologi Daerah Penelitian
- D. Data Hasil Laboratorium kadar emas pada umapan dan *tailing*
- E. Perhitungan Kandungan Emas Pada Umpan
- F. Perhitungan Persentase Perolehan Emas

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Emas merupakan logam yang sangat berharga dan bernilai ekonomis yang dapat dijadikan sebagai perhiasan maupun digunakan untuk investasi. Untuk memperoleh emas yang terdapat di alam dilakukan kegiatan penambangan, tambang emas yang berada di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi merupakan tambang rakyat dengan sistem penambangan bawah tanah dengan menggunakan peralatan sederhana berupa pahat, palu, sekop dan peralatan lainnya.

Batuan yang mengandung emas yang telah ditambang dilakukan pengolahan untuk memperoleh logam emas, proses pengolahan emas di Desa Kertajaya masih dilakukan secara sederhana menggunakan metode sianidasi. Metode sianidasi dilakukan dengan cara melarutkan logam-logam seperti emas dan perak yang terdapat pada batuan dengan cara menyemprotkan larutan sianida diatas tumpukan umpan ( metode *heap leaching* ).

Kelemahan metode *heap leaching* yaitu hanya dapat melarutkan emas yang terdapat pada permukaan batuan sehingga perlu dilakukan proses pengecilan ukuran umpan bertujuan untuk memperluas bidang kontak emas dengan larutan sehingga dapat meningkatkan kemampuan ekstraksi emas.

Pada percobaan pengolahan emas menggunakan metode *heap leaching* yang pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya, ukuran umpan yang

digunakan pada saat pengolahan yaitu 2 cm hingga 1 cm. Sehingga penulis ingin melakukan percobaan dengan ukuran lebih kecil dari 1 cm yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ukuran umpan terhadap perolehan emas menggunakan metode *heap leaching*.

Berdasarkan uraian tersebut untuk mendapatkan ukuran butir umpan yang sesuai agar memperoleh emas yang optimal, maka penulis dalam melakukan penelitian ini mengambil judul tentang “ **Analisis Pengaruh Ukuran Dari Umpan Terhadap Perolehan Emas Pada Pengolahan Emas Menggunakan Metode *Heap Leaching* Di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpanan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat** ”

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana tahapan pengolahan emas dengan metode *Heap Leaching* ?
2. Bagaimana pengaruh ukuran umpan terhadap perolehan emas menggunakan metode *Heap Leaching* ?

## **1.3 Maksud dan Tujuan**

### **1.3.1 Maksud**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran butir umpan yang sesuai pada pengolahan emas menggunakan metode *Heap leaching* sehingga memperoleh logam emas yang optimal.

### 1.3.2 Tujuan

1. Mengetahui tahapan pengolahan emas dengan metode *Heap Leaching*.
2. Mendapatkan ukuran umpan yang sesuai dengan metode *Heap Leaching* berdasarkan perbandingan ukuran  $< 2 - 1$  cm dengan ukuran  $< 1$  cm – 1 mm.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam hal pengolahan emas dengan metode *Heap Leaching* untuk meningkatkan perolehan emas berdasarkan ukuran butir umpan.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Penentuan kadar emas yang terdapat dalam umpan dan *tailing* berdasarkan analisis laboratorium.
2. Metode pengolahan emas menggunakan metode *Heap Leaching*.
3. Hanya membahas mengenai perbandingan ukuran umpan terhadap perolehan logam emas dengan variasi ukuran  $< 2$  cm – 1 cm dan  $< 1$  cm – 1 mm.
4. Penentuan variabel NaCN, Berat Umpan, Karbon Aktif, pH dan Waktu Penyiraman berdasarkan penelitian terdahulu ( Maharani Rindu Widara )

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan melalui hasil berbagai penelitian sebelumnya merupakan hal yang dapat dijadikan sebagai data pendukung. Dalam penelitian ini penulis memaparkan beberapa penelitian terdahulu dengan permasalahan yang akan diteliti penulis tentang pengolahan emas menggunakan metode *heap leaching*.

Gingga (2017), Penelitian ini memaparkan kegiatan pengolahan emas di Desa Kertajaya. Adapun pengolahan emas menggunakan metode sianidasi dengan penambahan zat adiktif berupa  $\text{AgNO}_3$  bertujuan untuk meningkatkan perolehan emas.  $\text{AgNO}_3$  bertujuan untuk membantu mengendapkan mineral – mineral sulfida dan pengotor lainnya sehingga proses sianidasi berjalan dengan optimal. Pada penelitian ini dilakukan 5 kali percobaan dengan variabel berubah berupa penambahan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) mulai dari 0,1,2,3 dan 4 gram, sedangkan variabel tetap berupa berat umpan 150 Kg, ukuran butir <5mm, NaCN 400 gram, karbon aktif 400 gram, air 70 liter, persen solid 68%, pH 10-12 dan waktu penyiraman 24 jam. Persentase hasil percobaan dimulai dengan tanpa  $\text{AgNO}_3$  didapat 10,12%,  $\text{AgNO}_3$  1 gram sebesar 17,47%,  $\text{AgNO}_3$  2 gram 25,66%,  $\text{AgNO}_3$  3 gram 29% dan  $\text{AgNO}_3$  4

gram 30,68% hal ini dapat membuktikan adanya peningkatan perolehan emas dengan penambahan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ).

Widara (2017), Penelitian ini memaparkan masyarakat di Desa Kertajaya melakukan proses pengolahan emas menggunakan metode sianidasi (*heap leaching*). Proses sianidasi atau penyiraman umpan dilakukan dengan ukuran butir rata – rata 5cm selama 16 jam. Uji coba dilakukan dengan membuat 5 perbedaan ukuran umpan (*feed*), dilakukan 6 kali percobaan setiap satu variabel ukuran umpan, 1 (satu) kali percobaan menggunakan 1 ton umpan sehingga dilakukan 30 kali percobaan. Percobaan pertama dengan ukuran umpan 5 cm diperoleh rata – rata emas 7,40 gram. Percobaan kedua dengan ukuran umpan 4 cm diperoleh rata – rata emas 7,53 gram. Percobaan ketiga dengan ukuran umpan 3 cm diperoleh rata – rata emas 11,27 gram. Percobaan keempat dengan ukuran umpan 2 cm diperoleh rata – rata emas 11,46 gram. Percobaan kelima dengan ukuran umpan 1 cm diperoleh rata – rata emas 12,28 gram. Dari hasil uji coba tersebut maka diketahui ukuran butir umpan yang diolah sebaiknya 1 cm sehingga mendapatkan logam emas yang optimal pada saat proses pengolahan.

## 2.2 Emas

Menurut Latif (2017), 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 dan berwarna kuning. Melebur dalam bentuk cair pada suhu sekitar 1000 derajat celcius. 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 juga berasosiasi dengan endapan sulfida yang telah teroksidasi. Di dalam bijih emas biasanya terdapat berbagai mineral sulfida seperti Pirit ( $\text{FeS}_2$ ), Arsenopirit ( $\text{FeAsS}$ ), Kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), Kalkosit ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), Kovelit ( $\text{CuS}$ ), Galena ( $\text{PbS}$ ), Sfalerit ( $\text{ZnS}$ ). Gambar bentuk fisik emas dapat di lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Emas

### 2.2.1 Sifat-Sifat Emas

Secara umum emas termasuk dalam golongan mineral logam mulia dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Adapun emas mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

#### Sifat Fisik Emas

1. Logam mulia berwarna kuning
2. Logam yang bersifat lunak (dalam skala Moh's antara 2,5-3,0)
3. Mudah dibentuk dan dapat ditempa, artinya logam emas dapat dipukul dengan palu sampai tipis tanpa mengalami hancur

4. Logam berat dengan kerapatan (*density*)  $19,30 \text{ gr/cm}^3$  dibandingkan dengan batuan induk dengan densitasnya  $2,0 - 3,0 \text{ gr/cm}^3$ .
5. Logam yang tahan terhadap korosi, reaksi kimia, kecuali dengan larutan *aqua regia* emas dapat bereaksi.
6. Massa jenis: cair pada titik lebur  $17,31 \text{ g/cm}^3$
7. Titik lebur :  $1337,33 \text{ K}$  ( $1064,18 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $1947,52 \text{ }^\circ\text{F}$ )
8. Titik didih :  $3129 \text{ K}$  ( $2856 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $5173 \text{ }^\circ\text{F}$ )
9. Kalor peleburan :  $12,55 \text{ kJ/mol}$
10. Kalor penguapan :  $324 \text{ kJ/mol}$
11. Kapasitas kalor : ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $25,418 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$

#### Sifat Kimia

Emas murni sangat mudah larut dalam KCN, NaCN, dan Hg (air raksa). Emas merupakan unsur *siderophile* (suka akan besi), dan sedikit *chalcophile* (suka akan belerang). Karena sifatnya ini maka emas banyak berikatan dengan mineral-mineral besi atau stabil pada penyangga besi (*magnetit/hematit*).

#### 2.2.2 Kadar Emas

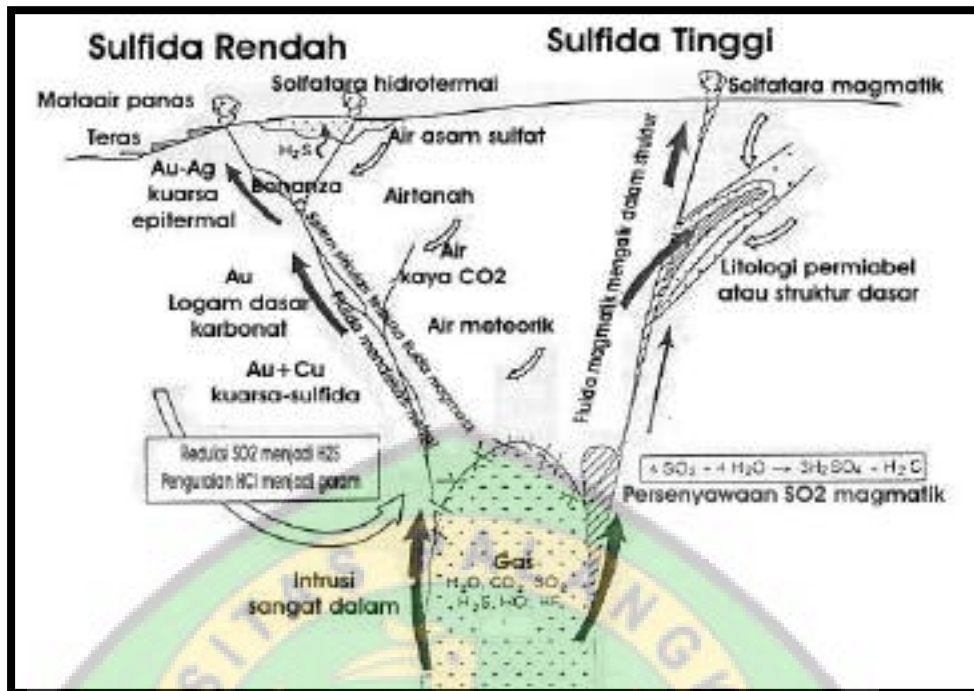
Kadar emas dinyatakan dalam karat. Istilah karat berasal dari bahasa Yunani “keration”, suatu buah yang bernama Carob. Benih Carob ini digunakan untuk ketepatan penimbangan batu permata, dengan anggapan bahwa biji Carob memiliki berat yang seragam. Sistem karat modern untuk kemurnian emas, emas murni adalah 24 karat atau 24k, 18k adalah 75% murni

dan 12k Emas adalah 50% murni. Sistem ini secara bertahap memberi jalan ke sistem kemurnian seperseribu (millesimal), yaitu kemurnian emas dalam seribu bagian paduan (*alloy*). Jadi dengan sistem ini emas 22k ditandai sebagai 91,6% emas, atau 916 bagian emas per seribu paduan (*alloy*).

### 2.2.3 Genesa Emas

Magma merupakan larutan silikat panas yang mengandung oksida, sulfida dan zat-zat mudah menguap (*volatile*) yang terdiri dari air, CO<sub>2</sub>, S, Chlorin, Fluorin dan Boron yang dikeluarkan ketika pembekuan magma terjadi.

Emas pembentukannya berhubungan dengan naiknya larutan sisa magma ke atas permukaan yang dikenal dengan istilah larutan *hydrothermal*. Suatu cebakan bijih hasil proses hidrothermal dalam pembentukannya harus melalui tiga proses yang meliputi proses differensiasi, migrasi dan akumulasi (pengendapan). Melalui differensiasi unsur-unsur magma mengalami perubahan dan membentuk endapan mineral sulfida dan oksida magmatik yang biasanya tersebar. Sebelum kristalisasi berakhir seluruh cairan sisa akan ditekan keluar membentuk pegmatit, dan kemudian apabila pepadatan telah atau hampir sempurna, akan terbentuk larutan sisa magma yang mudah bergerak (larutan *hydrothermal*). Larutan ini akan membentuk endapan logam/mineral epigenetik. Proses pembentukan emas dari larutan *hydrothermal* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Sumber : Abdullah, 2011

Gambar 2.2 Pembentukan emas dari proses *hydrothermal*

Seperti pada Gambar 2.2 diatas larutan *hidrothermal* tersebut naik ke atas permukaan melalui zona struktur seperti patahan, sesar, rekahan maupun kontak litologi, yang kemudian bercampur dengan air meteorik sehingga mengalami proses pendinginan yang akan membentuk urat-urat (vein) yang bentuknya tergantung dari rongga yang dihasilkan oleh struktur. Selama terjadi proses ini batuan yang diterobos akan mengalami ubahan (alterasi) yang diikuti oleh perubahan sifat fisik dan komposisi kimia. Perubahan meliputi: perubahan warna, porositas dan tekstur. Zona alterasi sendiri terdiri dari (Guilbert dan Park, 1986):

1. Zona Silisifikasi bersifat sangat keras, banyak mengandung kuarsa berukuran kriptokristalin, berwarna putih agak bening, mineral pengikutnya saponit, khlorit, anhidrit, gypsum dan andalusit.

2. Zona Argilik dicirikan oleh kehadiran mineral lempung (kaolinit), pirit ( $\text{FeS}_2$ ), kalkopirit, kuarsa selalu hadir dan biasanya terbentuk di dekat vein. Warnanya putih- kuning muda kecoklatan, permeabilitas cukup besar, jika dipegang agak lunak.
3. Zona Potasik terbentuk karena adanya penambahan unsur Fe dan Mg yang diikuti oleh adanya sulfida dengan kadar rendah.
4. Zona Propilit adalah zona terluar dari sistem hidrothermal, warnanya hijau dan cukup keras, dengan mineral pengikutnya klorit, epidot, kalsit, pirit, sedangkan mineral bijih yang sering terkandung adalah galena, sphalerit sinabar.

Berdasarkan proses terbentuknya, endapan emas dikategorikan menjadi dua type yaitu:

1. Endapan primer / Cebakan Primer

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.

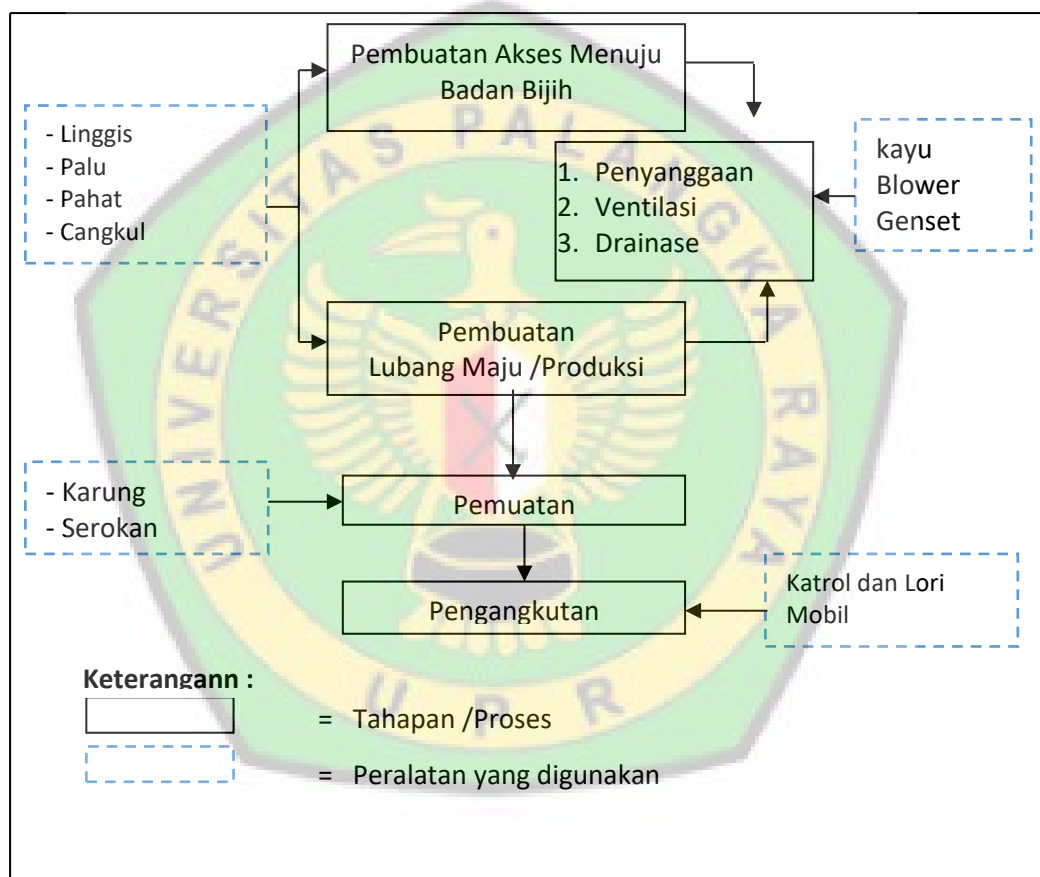
2. Endapan plaser / Cebakan Sekunder

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*).

### 2.3 Kegiatan Penambangan

Cebakan primer merupakan cebakan yang terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan batuan. Salah satu tipe cebakan primer yang biasa dilakukan pada penambangan skala kecil adalah bijih tipe *vein*, yang umumnya dilakukan dengan teknik penambangan bawah tanah terutama metode *gophering / coyoting* (lubang tikus). Kegiatan penambangan di Desa Kertajaya merupakan kegiatan penambangan emas skala kecil. Kegiatan

penambangan di Desa Kertajaya menggunakan sistem tambang bawah tanah (*underground mining*) dengan metode *gophering*, cara penambangannya mengikuti arah urat (*vein*) bijih emas. Kegiatan penambangan yang dilakukan meliputi pembuatan akses menuju badan bijih, penggalian bijih dan pengangkutan. Tahapan kegiatan penambangan di Desa Kertajaya dapat dilihat pada gambar 2.3.



Sumber: idepofildo,2016

Gambar 2.3 Tahap Proses Penambangan Bawah Tanah Di Tambang Rakyat Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat

Untuk pembuatan akses menuju badan bijih emas, lubang masuk dibuat sangat sederhana dan Penyangga yang digunakan berupa penyangga kayu untuk mencegah lubang agar tidak runtuh. Akses menuju badan bijih dibuat

sesuai lokasi badan bijih yang menjadi target. Terdapat 2 cara untuk menuju badan bijih berdasarkan lokasi dari cebakan, yaitu:

1. Menggunakan *drift* ( lubang masuk horizontal, nembak ), jika lokasi badan bijih relatif sejajar dengan jalan masuk utama. Jalan masuk horizontal bisa dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Lubang Masuk Horizontal

2. Menggunakan *shaft* ( lubang masuk vertikal, sumuran ), jika lokasi badan bijih relatif di bawah jalan masuk utama. Seperti halnya lubang masuk ke tambang, akses menuju badan bijih dibuat secara sederhana, dengan lokasi kerja yang hanya cukup untuk dipakai satu orang saja dengan diameter sekitar 1 – 1,5 meter. Jalan masuk vertikal bisa dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Lubang Masuk Vertikal

## 2.4 Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian (*mineral dressing*, *mineral beneficiation*) adalah proses pemisahan mineral berharga dari gangguenya secara mekanis, menghasilkan produk yang kaya dengan mineral berharga yang disebut konsentrat dan tailing yaitu produk yang umumnya terdiri dari gangue mineral.

Konsentrat dapat dijual atau diolah lebih lanjut untuk ekstraksi metalnya, sedangkan tailing ditumpuk pada suatu tempat sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lingkungan. Proses pemisahan semata-mata mekanis perbedaan sifat-sifat fisik dari mineral kekerasan, tekstur, warna, kilap, density, sifat permukaan mineral. sifatnya dan didasarkan pada yang akan dipisahkan seperti kemagnitan, konduktivitas dan Tidak semua bahan galian memerlukan proses pemisahan. Bahan galian industri misalnya hanya memerlukan pengolahan yang sederhana saja seperti pengecilan ukuran dan pengayakan. Bijih yang berasal dari endapan yang cukup kaya, misalnya emas aluvial atau nikel dapat langsung dilakukan proses ekstraksi tanpa melalui proses pemisahan. Tetapi umumnya bijih berkadar rendah seperti sulfida dan timah sehingga memerlukan proses pemisahan.

Tujuan bahan galian ada dua yaitu teknis dan ekonomis. Dari segi teknis pengolahan bahan galian bertujuan menghasilkan konsentrat yang dapat dijual atau diolah lebih lanjut untuk diekstrak metalnya. Dalam hal ini produk pengolahan bahan galian harus memenuhi persyaratan teknis yang diperlukan yaitu:

- Kandungan metal berharganya lebih besar dari minimum tertentu
- kandungan impuritis lebih kecil dari maximum tertentu
- kandungan air dibawah maximum tertentu
- Ukuran butir lebih besar dari minimum tertentu.

Disamping itu bila bijih mengandung lebih dari satu mineral berharga akan lebih menguntungkan bila diusahakan mengambil semua mineral berharga dengan masing-masing merupakan konsentrat tertentu. Dari segi ekonomis pengolahan bahan galian bertujuan mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya. Pada pengolahan bahan galian akan selalu ada mineral berharga yang hilang masuk dalam tailing, yang penting disini kehilangan mineral berharga tersebut harus diusahakan sekecil mungkin. Disamping itu ongkos pengolahan dapat diperkecil dengan mengolah bijih dengan kapasitas yang besar.

Kegiatan Pengolahan Bahan Galian dikelompokan sebagai berikut :

- a. Kominusi (reduksi ukuran)
- b. *Sizing* (pemisahan ukuran)
- c. Konsentrasi (peningkatan kadar)

#### **2.4.1 Kominusi atau Reduksi Ukuran (*Comminution*)**

Kominusi atau pengecilan ukuran merupakan tahap awal dalam Pengolahan Bahan Galian. Tujuan dilakukannya kominusi yaitu :

- a. Membebaskan / meliberasi mineral berharga dari material pengotornya.

- b. Menghasilkan ukuran dan bentuk material/mineral yang sesuai dengan untuk proses selanjutnya.
- c. Memperluas permukaan partikel agar dapat mempercepat kontak dengan zat lain, misalnya reagen pada proses flotasi.

Kominusi ada 2 (dua) macam yaitu :

a. Peremukan / Pemecahan (*Crushing*)

Peremukan adalah proses reduksi ukuran bahan galian / bijih (boulder dengan ukuran  $> 30$  cm) yang berasal langsung dari tambang (ROM = run of mine) menjadi ukuran yang lebih kecil bahkan bisa sampai ukuran 2,5 cm.

b. Penggerusan / Penghalusan (*Grinding*)

Penggerusan adalah proses pengecilan ukuran butiran mineral dari yang berukuran 2,5 cm menjadi ukuran yang lebih halus.

#### 2.4.2 Pemisahan Berdasarkan Ukuran (*Sizing*)

Setelah bahan galian atau bijih diremuk dan digerus, akan dihasilkan bermacam – macam ukuran material. Material tersebut harus dipisahkan berdasarkan ukuran partikel agar sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan pada proses pengolahan yang berikutnya.

a. Pengayakan / Penyaringan (*Screening / Sieving*)

Pengayakan atau penyaringan adalah proses pemisahan material secara mekanik berdasarkan perbedaan ukurannya. Pengayakan

(*screening*) umumnya dipakai dalam skala industri, sedangkan penyaringan (*sieving*) dipakai untuk skala laboratorium.

Produk dari proses pengayakan/penyaringan ada 2 (dua), yaitu :

- *Oversize* : ukuran material tidak lolos ayakan.
- *Undersize* : ukuran material yang lolos ayakan.

#### **b. Klasifikasi (*Classification*)**

Klasifikasi adalah proses pemisahan partikel berdasarkan kecepatan pengendapannya dalam suatu media (udara atau air). Klasifikasi dilakukan dalam suatu alat yang disebut *classifier*. Produk hasil proses klasifikasi ada 2 (dua) yaitu :

- Produk yang berukuran kecil/halus (slimes) mengalir di bagian atas disebut *overflow*.
- Produk yang berukuran lebih besar/kasar (sand) mengendap di bagian bawah (dasar) disebut *underflow*.

Proses pemisahan dalam *classifier* dapat terjadi dalam tiga cara (concept) yaitu :

- a. *Partition concept*
- b. *Tapping concept*
- c. *Rein concept*

Hal ini dapat berlangsung apabila sejumlah partikel dengan bermacam-macam ukuran jatuh bebas di dalam suatu media atau fluida (udara atau air), maka setiap partikel akan menerima gaya berat dan gaya gesek dari media. Pada saat kecepatan gerak partikel menjadi rendah

(tenang/*laminer*), ukuran partikel yang besar-besar mengendap lebih dahulu, kemudian diikuti oleh ukuran-ukuran yang lebih kecil, sedang yang terhalus (antara lain *slimes*) akan tidak sempat mengendap.

### 2.4.3 Peningkatan Kadar atau Konsentrasi (*Concentration*)

Bahan galian yang mutu atau kadarnya rendah (marginal) agar dapat diolah lebih lanjut atau diekstrak logamnya, maka kadar bahan galian itu harus ditingkatkan. Peningkatan kadar bahan galian dikenal dengan proses konsentrasi. Sifat-sifat fisik mineral yang dapat dimanfaatkan dalam proses konsentrasi yaitu :

- berat jenis, pemisahan mineral berdasarkan perbedaan berat jenis mineral.
- sifat konduktivitas, pemisahan mineral berdasarkan sifat kelistrikan.
- sifat kemagnetan, pemisahan mineral berdasarkan sifat magnetik.
- Perbedaan sifat permukaan partikel, pemisahan secara proses flotasi.

## 2.5 Ekstraksi Melalurgi

Metalurgi didefinisikan sebagai ilmu dan teknologi untuk memperoleh sampai pengolahan logam yang mencakup tahapan dari pengolahan bijih mineral, pemerolehan (ekstraksi) logam, sampai ke pengolahannya untuk menyesuaikan sifat-sifat dan perilakunya sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam pemakaian untuk pembuatan produk rekayasa tertentu.

Berdasarkan tahapan rangkaian kegiatannya, metalurgi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu metalurgi ekstraksi dan metalurgi fisika. Metalurgi

ekstraksi yang banyak melibatkan proses-proses kimia, baik yang temperatur rendah dengan cara pelindian maupun pada temperatur tinggi dengan cara proses peleburan untuk menghasilkan logam dengan kemurnian tertentu, dinamakan juga metalurgi kimia. Meskipun sesungguhnya metalurgi kimia itu sendiri mempunyai pengertian yang luas, antara lain mencakup juga pepaduan logam dengan logam lain atau logam dengan bahan bukan logam. Beberapa aspek perusakan logam (korosi) dan cara-cara penanggulangannya, pelapisan logam secara elektrolit, dll. Adapun proses-proses dari ekstraksi metalurgi / ekstraksi logam itu sendiri antara lain adalah *pyrometalurgy* (proses ekstraksi yang dilakukan pada temperatur tinggi), *hydrometalurgy* (proses ekstraksi yang dilakukan pada temperatur yang relatif rendah dengan cara pelindian dengan media cairan), dan *electrometalurgy* (proses ekstraksi yang melibatkan penerapan prinsip elektrokimia, baik pada temperatur rendah maupun pada temperatur tinggi).

## 2.6 Hidrometalurgi

Proses *Hydrometalurgi* adalah suatu proses atau suatu pekerjaan dalam metalurgi, dimana dilakukan pemakaian suatu zat kimia yang cair untuk dapat melarutkan suatu partikel tertentu.

### **Hidrometalurgi memberikan beberapa keuntungan:**

1. Bijih tidak harus dipisahkan, melainkan hanya harus dihancurkan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.

2. Pemakaian batubara dan kokas pada pemanggangan bijih dan sekaligus sebagai reduktor dalam jumlah besar dapat dihilangkan.
3. Polusi atmosfer oleh hasil samping pirometalurgi sebagai belerang dioksida, arsenik (III) oksida, dan debu tungku dapat dihindarkan.
4. Untuk bijih-bijih peringkat rendah (low grade), metode ini lebih efektif.
5. Suhu prosesnya relatif lebih rendah.
6. Reagen yang digunakan relatif murah dan mudah didapatkan.
7. Produk yang dihasilkan memiliki struktur nanometer dengan kemurnian yang tinggi.

**Kondisi yang baik untuk hidrometalurgi adalah :**

1. Metal yang diinginkan harus mudah larut dalam reagen yang murah.
2. Metal yang larut tersebut harus dapat “diambil” dari larutannya dengan mudah dan murah.
3. Unsur atau metal lain yang ikut larut harus mudah dipisahkan pada proses berikutnya.
4. Mineral-mineral pengganggu (*gangue minerals*) jangan terlalu banyak menyerap (bereaksi) dengan zat pelarut yang dipakai.
5. Zat pelarutnya harus dapat diperoleh kembali untuk didaur ulang. Zat yang diumpangkan (yang dilarutkan) jangan banyak mengandung lempung (*clay minerals*), karena akan sulit memisahkannya.
6. Zat yang diumpangkan harus porous atau punya permukaan kontak yang luas agar mudah (cepat) bereaksi pada suhu rendah.

7. Zat pelarutnya sebaiknya tidak korosif dan tidak beracun (*non-corrosive and non-toxic*), jadi tidak membahayakan alat dan operator.

## 2.7 Metode Pengolahan Emas

Berbagai cara bisa dilakukan dalam pengolahan emas, mulai dari cara yang sangat tradisional dengan menggunakan dulang atau alat seperti kual yang nantinya akan diisikan tanah atau bebatuan yang berisikan logam emas lalu digoyang-goyang sehingga nantinya logam emas akan tertinggal di dasar dulang. Proses ini sangat dipengaruhi oleh massa jenis logam tersebut. Cara ini biasanya digunakan untuk mengolah emas yang bersifat aluvial.

Selain itu ada juga yang menggunakan metode *sluice box* atau dompeng. Alat ini juga memanfaatkan massa jenis dari logam emas itu sendiri. Cara kerja dari alat ini yaitu dengan menyedot pasir dan bebatuan yang ada di dasar sungai lalu mengalirkannya pada jalur yang telah dilengkapi dengan serat atau karpet, sehingga emas akan mengendap pada serat atau karpet tersebut. Adapun metode pengolahan emas yang menggunakan zat kimia yaitu metode amalgamasi dan metode sianidasi.

### 2.7.1 Metode Amalgamasi

Amalgamasi merupakan proses ekstraksi emas dengan cara mencampurkan bijih emas dengan raksa (Hg). Dalam proses ini akan terbentuk ikatan senyawa antara emas, perak, dan raksa yang biasa dikenal

sebagai amalgam (Au-Hg). Raksa akan membentuk amalgam dengan logam lain selain besi dan platina.

Teknik penambangan ini memanfaatkan putaran yang diberikan oleh drum sehingga batuan akan hancur dan raksa akan mengikat senyawa emas yang terkandung dalam batuan tersebut. Proses amalgamasi biasanya digunakan untuk mengekstraksi emas dalam butiran kasar.

Pada proses penambangan dibutuhkan peralatan sederhana seperti cangkul, sekop, pahat, linggis, palu, genset, ember, timba (golen), tali tambang, pompa air, blower, kayu penyangga, sepatu tambang, helm tambang, dan peralatan lainnya. Namun, dalam pengolahan bijih emas primer dibutuhkan beberapa peralatan penting, yaitu :

- a. Tabung amalgamasi (gelundung), sebagai tempat menggerus batuan sekaligus berfungsi sebagai tempat amalgamasi.
- b. Kincir air atau genset yang berfungsi sebagai penggerak tabung amalgamasi.
- c. Batang besi baja atau rod sebagai alat penggerus batuan.
- d. Larutan raksa berfungsi untuk mengikat emas.
- e. Kapur berfungsi untuk mengatur pH.
- f. Air untuk mendapatkan persentase padatan antara 30-60%.
- g. Dulang berfungsi sebagai tempat untuk memisahkan larutan raksa yang telah mengikat emas dan perak (amalgam) dengan sisa hasil pengolahan (tailing).

h. Emposan yaitu alat untuk membakar amalgam sehingga didapatkan paduan (*alloy*) emas dan perak.

Dengan bahan tersebut, proses amalgamasi (ekstraksi) emas dapat dilakukan. Dalam proses ini dilakukan beberapa tahap untuk mendapatkan paduan emas dan perak, tahapannya antara lain :

- a. Sebelum dilakukan amalgamasi hendaknya dilakukan proses kominusi dan gravitasi konsentrasi, agar mencapai derajat liberasi yang baik sehingga permukaan emas tersingkap.
- b. Pada hasil konsentrat akhir yang diperoleh ditambah raksa (amalgamasi) yang dilakukan selama + 1 jam.
- c. Hasil dari proses ini berupa amalgam basah (pasta) dan tailing. Amalgam basah kemudian ditampung di dalam suatu tempat yang selanjutnya didulang untuk pemisahan raksa dengan amalgam.
- d. Amalgam yang diperoleh selanjutnya dilakukan pemerasan (*squeezing*) dengan menggunakan kain untuk memisahkan raksa dari amalgam (filtrasi). Raksa yang diperoleh dapat dipakai untuk proses amalgamasi selanjutnya. Jumlah raksa yang tersisa dalam amalgam tergantung pada seberapa kuat pemerasan yang dilakukan. Amalgam dengan pemerasan manual akan mengandung 60-70% emas, sedangkan amalgam yang disaring dengan alat sentrifugal mengandung emas sampai >80%.
- e. *Retorting* yaitu pembakaran amalgam untuk menguapkan raksa, sehingga yang tertinggal berupa *alloy* emas dan perak.

Setelah mendapatkan *alloy* emas dan perak, selanjutnya dilakukan pemurnian emas untuk mendapatkan emas murni, langkah ini disebut dengan tahap refining. tahap refining adalah proses memisahkan emas dan perak dengan melarutkannya dalam larutan  $\text{HNO}_3$  atau larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Tahap refining ini dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode cepat dan metode lambat. Pada metode cepat, dilakukan secara hidrometallurgy yaitu dengan cara melarutkan paduan *alloy* dalam larutan  $\text{HNO}_3$  yang kemudian ditambahkan garam dapur untuk mendapatkan perak, sedangkan emas yang masih tercampur dengan  $\text{HNO}_3$  bisa dipisahkan dengan menyaring larutan karena tidak larut dalam  $\text{HNO}_3$ . Pada metode lambat, dilakukan secara *hydrometallurgy* dan *electrometallurgy* yaitu dengan menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan plat tembaga dimasukkan ke dalam larutan. Paduan *alloy* juga dimasukkan ke dalam campuran larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan plat tembaga, selanjutnya akan terjadi proses hidrolisis dimana perak akan larut dan menempel pada plat tembaga (menempel tidak begitu keras/mudah lepas), sedangkan emas mengendap di dasar larutan sehingga bisa disaring dan dibakar untuk mendapatkan logam emas murni. Langkah terakhir yaitu dilakukan tahap smelting yaitu peleburan emas dan perak, sehingga diperoleh logam emas murni berupa padatan.

### 2.7.2 Metode Sianidasi

Leaching Sianida adalah proses pelindian selektif oleh sianida dimana hanya logam-logam tertentu yang dapat larut, misalnya Au, Ag, Cu, Zn, Cd,

Co dan lain-lain. Ekstraksi emas dengan menggunakan leaching sianida diterapkan pertama kali oleh John Stewart Mac Arthur yang didanai dua bersaudara Dr Robert dan Dr William Forrest, di Glasgow, Scotland tahun 1887. Metode ekstraksi bijih emas dengan sianida yang dikenal sebagai proses MacArthur-Forrest merupakan proses hidrometalurgi

yang paling ekonomis dan hingga kini telah diterapkan pada berbagai industri pengolahan emas di dunia. Walau sesungguhnya banyak leaching agen lainnya yang dapat digunakan, antara lain :

- *Bromides ( Acid and Alkaline )*
- *Chlorides*
- *Iodium-Iodida*
- *Thiourrea / Thiocarbamide ( CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>S )*
- *Thiosulphate ( Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> )*

Proses pengolahan emas dengan sianida terdiri dari dua tahap penting, yaitu proses pelarutan / pelindian ( *leaching* ) dan proses pemisahan emas ( *recovery* ) dari larutan kaya.

Walaupun penggunaan metode ini sama halnya dengan metode ekstraksi yang lain yang masih memiliki potensi dampak berupa efek beracunnya bagi pekerja dan lingkungan, ekstraksi emas dengan menggunakan metode *leaching* sianida saat ini telah menjadi proses utama ekstraksi emas dalam skala industri, karena metode ini menawarkan teknologi yang lebih efektif dan efisien, antara lain adalah :

1. **Heap leaching** ( pelindian tumpukan ) : pelindian emas dengan cara menyiramkan larutan sianida pada tumpukan bijih emas ( diameter bijih < 10 cm ) yang sudah dicampur dengan batu kapur. Air lindian yang mengalir di dasar tumpukkan yang kedap kemudian di kumpulkan untuk kemudian dilakukan proses berikutnya. Efektifitas ekstraksi emas berkisar 35 – 65 %
2. **VAT leaching** ( pelindian rendaman ) : pelindian emas yang dilakukan dengan cara merendam bijih emas ( diameter bijih < 5 cm ) yang sudah dicampur dengan batu kapur dengan larutan sianida pada bak kedap. Air lindian yang dihasilkan kemudian dikumpulkan untuk dilakukan proses berikutnya. Proses pelindian berlangsung antara 3 – 7 hari dan setelah itu tangki dikosongkan untuk pengolahan bijih yang baru. Efektifitas ekstraksi emas berkisar 40 – 70 %
3. **Agitated tank leaching** ( pelindian adukan ) : pelindian emas yang dilakukan dengan cara mengaduk bijih emas yang sudah dicampur dengan batu kapur dengan larutan sianida pada suatu tangki dan diaerasi dengan gelembung udara. Lamanya pengadukan biasanya selama 24 jam untuk menghasilkan pelindian yang optimal. Air lindian yang dihasilkan kemudian dikumpulkan untuk kemudian dilakukan proses berikutnya. Efektifitas ekstraksi emas dapat mencapai lebih dari 90 %.

Tank leaching ( tong pengolahan emas ) dapat menggunakan beberapa model, selain model tangki silinder dilengkapi propeler sebagai agitator ( pengaduk ), dapat pula menggunakan tong kerucut dengan

menggunakan tenaga angin dari kompresor sebagai aerator sekaligus agitator. Tong pengolahan emas model kerucut dapat terbuat dari plat besi dengan rangka besi sebagai penyangga sehingga posisi tong menjulang tinggi atau membuat sumur yang dengan konstruksi bata dan semen atau dilapisi terpal plastik agar kedap air.

## **2.8 Pengaruh Bijih Emas Refraktori Terhadap Perolehan Emas Menggunakan sianida**

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendapatkan logam emas adalah dengan proses sianidasi menggunakan NaCN. Bahan yang akan diolah dapat berupa bijih emas yang telah digiling. Proses ini didasarkan pada sifat emas yang dapat larut dalam garam sianida dengan adanya oksigen. Larutan yang terbentuk kemudian ditambahkan serbuk seng untuk mengendapkan emas.

Bila partikel logam emas berukuran kecil dengan diameter  $< 50\mu\text{m}$ , akan bersifat refraktori karena terbungkus oleh mineral-mineral arsenopirit, pirit, pirohit, kalkopirit atau silika. Diketahui, sekitar 15-30% bijih emas termasuk bersifat refraktori (Handayani, Sri dan Suratman, 2017). Bungkus mineral itu menghambat proses sianidasi yang merupakan metode umum untuk memperoleh logam emas, sehingga menjadikannya tidak efektif, dan perolehan emas bisa turun hingga 20% saja. Bungkus mineral menjadi penghalang fisik antara logam emas dan larutan sodium sianida yang bersama-sama dengan oksigen terlarut sebagai oksidan pada kondisi normal

bisa melarutkan logam emas dan perak dengan perolehan yang efisien. Karena itu bijih emas refraktori secara umum didefinisikan sebagai bijih emas yang tidak memberi perolehan secara ekonomis (dengan perolehan di bawah 80%) bila diolah dengan metode sianidasi konvensional. Sifat refraktori umumnya karena bijih emas berukuran halus dan terinklusi dalam mineral-mineral sulfida seperti arsenopirit dan pirit sehingga menyebabkan perolehan emas rendah (20-50%) bila diolah dengan proses sianidasi langsung (Handayani, Sri dan Suratman, 2017).

Dalam 20-30 tahun terakhir perolehan emas dari bijih refraktori makin mendapat perhatian karena banyaknya bijih yang tidak merespon secara memadai terhadap proses sianidasi langsung. Emas yang terkunci dalam mineral sulfida refraktori biasanya terbentuk dalam ikatan kimia sebagai logam emas berukuran mikro atau nano. Penyebab lain dari rendahnya perolehan melalui sianidasi konvensional adalah :

1. Rendahnya tingkat kelarutan emas karena adanya material karbonan (*carbonaceous material*)
2. Adanya mineral-mineral lain yang bereaksi dengan sianida
3. Adanya mineral-mineral timbal, tembaga atau antimoni
4. Terjadinya gangguan dan pasifasi dari produk-produk dekomposisi pirit dan mineral-mineral lain.

Pengetahuan mengenai mineralogi bijih merupakan titik awal yang sangat penting untuk menentukan alur proses pengolahan bijih emas refraktori. Karena sifat refraktori tersebut, bijih ini memerlukan perlakuan

pendahuluan secara fisik atau kimia untuk mencapai tingkat perolehan emas yang memadai sebelum proses sianidasi. Berdasarkan mineralogi proses, kini telah terdapat beberapa proses yang telah dikembangkan dan sukses secara ekonomi selama beberapa tahun untuk mengolah bijih emas refraktori. Beberapa proses tersebut, di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Pemanggangan (*roasting*)
2. Oksidasi bertekanan tinggi (*pressure oxidation*)
3. Oksidasi bakteri (biooksidasi)

## 2.9 *Heap Leaching*

*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  $1^{\circ}$  sampai dengan  $6^{\circ}$  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 *geomembrane (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 *cyanidocides* 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  $\frac{3}{4}$  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.  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaAu}(\text{CN})_2 + \text{NaOH}$
2.  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaAu}(\text{CN})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$

Untuk mempercepat pelarutan emas pada larutan sianida perlu ditambahkan katalis, yaitu *lead nitrat* ( $\text{PbNO}_3$ ). 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.

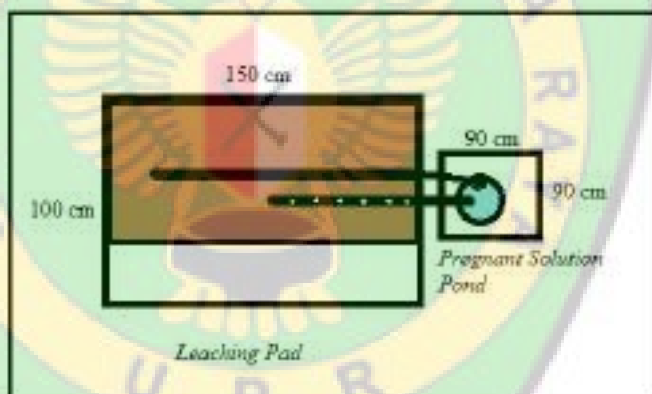
Logam mulia diambil dari karbon dengan mengalirkan larutan panas *caustic soda* dan campuran sianida (1% NaOH dan 1% NaCN). Pada tambang tradisional biasanya karbon yang sudah terisi emas kompleks langsung

dibakar, debu dari hasil pembakaran karbon tersebut kemudian diambil untuk dilebur. Logam yang terkandung langsung dapat dimurnikan.

## 2.10 Instalasi Pengolahan Metode *Heap Leaching*

Kegiatan pengolahan bijih emas di Desa Kertajaya menggunakan proses sianidasi dengan metode pelindian tumpukan (*Heap leaching*) dan amalgamasi. Pada penelitian ini akan membahas tentang metode pengolahan emas metode *heap leaching*, adapun desain pengolahan *heap leaching* sebagai berikut :

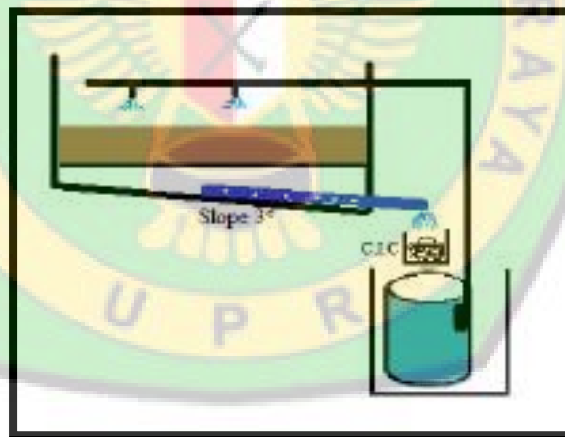
1. Desain kolam pengolahan *heap leaching* tampak atas



Gambar 2.6 Desain Kolam Pengolahan *Heap Leaching* Tampak Atas

- 1) *Leaching pad* : bak pelindian umpan bijih emas
- 2) *Pregnant solution pond* : kolam penampungan larutan kaya
- 3) *Sprinkler cyanide* : sprinkler yang mengalirkan larutan kaya dari kolam penampungan larutan kaya (*Pregnant solution pond*) ke dalam bak material dan disiramkan pada umpan (*feed*).
- 4) Bagian-bagian dari *sprinkler cyanide* adalah:

- a. Pompa *submersible* berfungsi untuk menyerap air pada kolam penampungan larutan kaya dan sekaligus mendorong air tersebut menuju *leaching pad* (sirkulasi)
  - b. Selang berfungsi untuk menghubungkan pompa *submersible* dengan paralon.
  - c. Paralon dan sprinkler berfungsi untuk menyiramkan air larutan kaya ke umpan
- 5) 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*
2. Desain kolam pengolahan *heap leaching* tampak samping



Gambar 2.7 Desain Kolam Pengolahan *Heap Leaching* Tampak Samping

C.I.C (*Carbon in column*) : tempat penampungan karbon aktif

3. Desain kolam pengolahan *heap leaching* tampak depan



Gambar 2.8 Desain Kolam Pengolahan *Heap Leaching* Tampak Depan

### 2.11 *Carbon Adsorption Recovery*

Yaitu proses adsorpsi emas-perak dengan menggunakan karbon aktif. Dalam sianidasi dengan karbon, bijih emas dilumat menjadi bubuk dan emasnya dilarutkan dalam larutan sianida. Kemudian ditambahkan karbon aktif untuk mengadsorpsi ion-ion kompleks emas.

Ada beberapa variasi proses pada karbon adsorption termasuk :

#### 1. *Carbon In Column*

Pada proses kolom, suatu kolom dimuati dengan butiran (granular) karbon aktif, kemudian larutan jernih hasil pelindian sianida dialirkan dari atas. Proses kolom ini hanya dapat diterapkan bila bijih dapat difilter dengan mudah. Filtrasi disini adalah untuk memisahkan bijih sisa pelindian dari larutan hasil pelindian sianida, sehingga diperoleh larutan yang jernih dan padatan sisa pelindian sebagai *cake filter*. Proses adsorpsi akan terganggu bila larutan hasil filtrasi tidak bersih (jernih) bebas dari partikel padat. Proses ini biasanya diterapkan pada metode *heap leaching*.

## 2. *Carbon In Pulp*

Proses *carbon in pulp* biasanya diterapkan untuk bijih yang sifatnya mudah membentuk *slime* (*slimy ores*). Bijih jenis ini biasanya mengandung banyak mineral *clay* yang mudah membentuk *slime*, sehingga akhirnya filtrasi sulit dilakukan.

Pada proses CIP, proses pelindian dan proses adsorpsi dilakukan di dalam tangki yang berbeda. Pada proses ini adsorpsi terjadi di dalam suatu tangki agitator. Ke dalam tangki agitator dimasukan pelet karbon, bijih yang sudah dihaluskan dan larutan hasil pelindian. Setelah adsorpsi selesai, semua muatan tangki agitator diumpankan ke suatu pengayak, untuk memisahkan pelet karbon termuati emas dari lumpur sisa pelindian. Terhadap pelet karbon yang termuati emas kemudian dilakukan pencucian dan desorpsi. Setelah itu dapat dilakukan aktivasi. Proses CIP ini mempunyai kelebihan karena tidak memerlukan proses filtrasi yang biasanya relatif mahal.

## 3. *Carbon In Leach*

Proses CIL biasanya diterapkan untuk bijih yang mengandung senyawa organik. Adanya senyawa organik di dalam bijih emas dapat bertindak sebagai adsorbent, yang kemudian terbawa ke luar sebagai residu. Hal ini tentu saja merupakan suatu kerugian karena ada sebagian emas yang hilang terbawa residu. Pada proses CIL butiran granular karbon dimasukkan ke dalam tangki pelindian, sehingga dapat dengan segera mengadsorpsi senyawa kompleks emas sianida yang telah terbentuk. Di

dalam proses CIL karbon ditambahkan pada awal proses sehingga proses pelindian dan adsorpsi dapat berlangsung secara simultan (bersamaan).

## 2.12 Perolehan Emas

Pada proses pengolahan bahan galian perlu dilakukan pengawasan terhadap operasi proses pengolahan untuk dapat menilai suatu proses pengolahan tersebut. dengan menghitung/menilai semua material atau bahan dalam proses, yaitu umpan yang masuk (*feed*) dan produk-produk yang dihasilkan, termasuk kandungan logam atau mineral yang ada di dalamnya.

$$\text{Perolehan Emas} = \frac{\text{Berat logam emas hasil}}{\text{Au dalam umpan}} \times 100 \%$$

Dalam suatu proses sederhana dimana dari umpan (*feed*) atau material yang akan diolah dihasilkan dua macam produk, yaitu logam emas hasil dan *tailing*.

1. *Feed* (F) adalah bahan atau material yang masuk untuk diolah dalam suatu proses pengolahan.
2. Logam emas hasil adalah produk hasil pengolahan bijih emas setelah dilakukan pembakaran karbon aktif.
3. *Tailing* adalah produk pengolahan yang mengandung kadar logam/mineral yang sangat rendah, lebih rendah dari yang terdapat dalam *feed*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian**

##### **3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah**

Lokasi penelitian berada di Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Secara geografis Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi berada pada  $07^{\circ} 05' 49.0''$  LS dan  $106^{\circ} 35' 26.1''$  BT sedangkan secara administratif berbatasan langsung dengan Desa Loji di sebelah Utara, Desa Langkapjaya Kecamatan Lengkung di sebelah timur, Desa Cihaur Kecamatan Simpenan dan Desa Waluran Kecamatan Waluran di sebelah selatan dan Desa Girimukti Kecamatan Ciemas dan Samudra Indonesia di sebelah barat.

Lokasi penelitian dapat ditempuh melalui jalur udara dari Palangka Raya menuju Tangerang (Bandara Soekarno – Hatta). Kemudian dilanjutkan dari Tangerang (Bandara Soekarno – Hatta) menuju Kota Bogor melalui jalur darat menggunakan kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat dengan jarak 85 km dan dilanjutkan ke lokasi penelitian melalui rute Pelabuhan Ratu – Desa Kertajaya berjarak 106 km. Untuk mencapai titik-titik lokasi penambangan dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua. Lokasi pengambilan sampel dan kegiatan penambangan berada pada lokasi Tanjakan Geusik, Desa Kertajaya.

Untuk rute perjalanan menuju lokasi penelitian dapat dilihat pada peta yang terdapat pada Lampiran A.

## 4.2 Keadaan Geologi

### 3.2.1 Kondisi Geologi Regional

#### a. Fisiografi

Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi merupakan daerah perbukitan bergelombang mempunyai ketinggian rata-rata yaitu 750-1200 meter diatas permukaan air laut, dengan kemiringan lereng di beberapa daerah cukup curam pada kisaran antara  $30^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ . Fisiografi daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Fisiografi Daerah Penelitian

#### b. Stratigrafi Regional

Stratigrafi regional daerah penelitian dan sekitarnya terdiri formasi batuan sedimen yang mempunyai hubungan saling selaras dan saling tidak selaras dan satuan batuan beku berupa intrusi.

Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Jampang dan Balekambang (Sukamto, 1975) yang terdapat pada Lampiran B dan C, untuk formasi batuan yang terdapat di daerah Kabupaten Sukabumi dan sekitarnya adalah :

### 1. Formasi Ciletuh

Satuan ini terdiri dari batupasir kuarsa, konglomerat kuarsa, batulempung kelabu, batusabak, breksi polimik. Satuan ini menindih secara tidak selaras dengan batuan metamorf yang merupakan batuan dasar dari pulau jawa.

### 2. Formasi Rajamandala

Satuan ini menindih secara selaras Formasi Ciletuh terdiri dari konglomerat polimik, batupasir kuarsa, batulempung, napal dan tufa, sebagian mengandung serpihan batubara.

### 3. Formasi Jampang

Terdiri atas 3 satuan yaitu : Breksi Vulkanik, Tufa dari anggota Cikarang dan Lava dari anggota Ciseureuh. Satuan ini tidak selaras dengan Formasi Rajamandala dan Formasi Ciletuh. Satuan ini diendapkan di lingkungan laut dan diperkirakan berumur Miosen Awal.

### 4. Formasi Lengkong

Terdiri atas napal, batulempung, batupasir gampingan, tufa, pada bagian bawah terdapat tufa lapili dan breksi gampingan. Formasi ini diendapkan secara selaras dari Formasi Jampang.

### 5. Formasi Cimandiri

Terdiri atas tiga satuan yaitu : Satuan Batulempung (Anggota Nyalindung), Satuan Batugamping (Anggota Bojonglopang) dan Satuan Batupasir. Bagian utama formasi ini adalah batupasir dengan perselingan konglomerat, batulempung dan batugamping. Satuan ini

diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Lengkong dan Formasi Jampang.

#### 6. Formasi Besar

Terdiri atas dua satuan yaitu Satuan Klastika gunungapi dan Satuan Lava. Bagian utama dari formasi ini terdiri atas breksi gunungapi, breksi lahar, breksi tufa, tufa dan konglomerat. Sedangkan Lava andesit (anggota Cikondang) membentuk bukit – bukit kasar. Formasi Besar menindih secara tak selaras Formasi Cimandiri dan Formasi Jampang.

#### 7. Formasi Bentang

Formasi ini dibagi dua yaitu Formasi Bentang bagian bawah dan Formasi Bentang bagian atas. Formasi Bentang bagian atas terdiri atas : tufa kristal, tufa abu, tufa batu, pada umumnya napalan dan berbatu apung. Sedangkan Formasi Bentang bagian bawah terdiri atas : batupasir, batulempung, batupasir gampingan, breksi tufa, batugamping dan konglomerat. Formasi ini menindih secara tidak selaras dengan Formasi Jampang.

#### 8. Formasi Cibodas

Terdiri atas batugamping, sebagian tufaan dan batupasir gampingan. Bagian utara dan timur secara berangsur berubah menjadi Formasi Bentang.

#### 9. Endapan Kwartir

Endapan kuartar ini berupa endapan pantai, endapan batugamping terumbu koral dan endapan undak muda. Ciri material ini berupa material lepas yang belum terkompaksi. Endapan ini secara tidak selaras dengan satuan lainnya.

#### 10. Dasit Ciemas

Intrusi Dasit dengan ciri : fanerik, porfir, kelabu terang, fenokris bersudut, beberapa kristal kuarsa sepanjang 2 cm. Intrusi berada disekitar Kampung Ciemas, Kabupaten Sukabumi. Intrusi ini merupakan pembawa zona mineralisasi emas. Satuan Dasit Ciemas ini menerobos Formasi Jampang.

#### 11. Porfir Cilegok

Menerobos secara konkordan di Anggota Cikarang, Formasi Jampang. Terdiri dari andesit dan basal porfir, kelabu gelap dan berubah secara hidrotermal batuan sekitarnya.

Gambar korelasi stratigrafi daerah Jampang dapat dilihat pada gambar 3.2

UMUR	VAN BEMMELLEN (1949)		SUKAMITO (1975)	
	JAMPANG		JAMPANG	
HALOSEN	Aluvium		Aluvium	
PLEISTOSEN	Endapan volk muda		Endapan undak muda	Baruan Gt apt
	Endapan volk tua		Endapan pantai	Endapan undak tua
PLEIOSEN	Endapan volk, napal & lempung		Formasi bentang, bagian atas	
MIOSEN ATAS	Seel	Atas	Formasi Cibodas	Formasi bentang, bagian bawah
	bentang	Bawah		
MIOSEN TENGAH	"Besar beda"		Lapisan lempung kadupangak	Fm Besar
	Cimandiri Cuspa	Nyalindang Bada	Formasi Cimandiri	Anggota Cikondang
		Batugamping		Anggota Bojonglopan
	Lengkong Bada		Anggota Pasirani	
MIOSEN BAWAH	"Seel Ciondeug"		Formasi Lengkong	Formasi Jampang
	Sen Jampang	Atas	Fm Cikarang	
		Bawah	Anggota Cikarang	
OLIGOSEN	"Citarata Bada"			

Gambar 3.2 Korelasi Stratigrafi Daerah Jampang Van Bemmelen (1949) dan Sukamto (1975)

### 3.2.2 Keadaan Geologi Daerah Penelitian

Batuan di daerah penelitian termasuk dalam formasi Jampang bagian atas. Formasi tersebut terutama terdiri dari batuan klastika gunung api, yaitu breksi andesit kasar tidak berlapis. Batuan lainnya berupa batupasir-tuf gampingan dan lempung napal tufaan. Pada formasi tersebut banyak ditemukan urat-urat kuarsa yang kaya akan emas.

Batuan vulkanik mempunyai pelamparan di bagian Selatan Pulau Jawa pada jaman Tersier (Katili,1973). Akibat adanya penekukan lempeng Samudra Hindia ke bawah lempeng benua Asia terjadi kegiatan vulkanik di selatan Pulau Jawa, diikuti pelipatan dan sesar. Kegiatan tersebut mempunyai hubungan erat dengan terdapatnya urat-urat kuarsa di daerah penelitian.

Pada bagian tertentu urat mengandung mineral-mineral sulfida yaitu berupa pirit, kalkopirit, galena dan lain-lain. Hasil ubahan hidrotermal dari kegiatan vulkanik mempengaruhi pula batuan disekitar urat. Beberapa batuan yang terpengaruh berubah menjadi kaolin, kuarsa, pirit dan klorit.

## 4.3 Alat dan Bahan

### 3.3.1 Peralatan yang digunakan

#### a. Peralatan Yang Digunakan Untuk Pembuatan Instalasi *Heap Leaching*

1. Terpal
2. Kayu
3. Plastik
4. Selang

5. Pipa paralon
6. Bambu geprek
7. Sprinkler
8. Tali rafia

**b. Peralatan Yang Digunakan Untuk Pengolahan *Heap Leaching***

1. Palu
2. Alat Pelindung Diri (masker dan sarung tangan)
3. Ayakan
4. Jaring untuk karbon aktif
5. Pompa *submersible*
6. Ember cat
7. Tong untuk penampung larutan
8. Timbangan
9. pH meter
10. Alat bakar karbon
11. Blower
12. Mangkok dari tanah liat ( koi istilah setempat)
13. Alat bakar gebosan emas

**c. Peralatan yang digunakan dalam penyusunan skripsi**

1. Buku catatan lapangan
2. Alat tulis
3. Kamera
4. Smartphone

5. Laptop

### 3.3.2 Bahan – Bahan Yang Diperlukan

1. Bijih emas
2. NaCN
3. Karbon aktif
4. Kapur tohor
5. Air
6. Boraks

## 4.4 Tata Laksana

### 3.4.1 Tahapan Pengumpulan Data

Secara umum jenis data dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung oleh peneliti di lapangan saat meneliti, sedangkan data sekunder adalah data yang di dapat melalui kajian-kajian penelitian terdahulu, arsip dari dinas atau instansi terkait. Data sekunder adalah data pendukung yang digunakan sebagai pelengkap, yang meliputi geologi regional daerah penelitian, morfologi, stratigrafi, data kadar emas dalam umpan dan tailing. Data primer yang diambil antara lain:

1. Ukuran umpan untuk pengolahan *heap leaching*.
2. Pengecekan pH larutan pada saat proses pengolahan.
3. Berat logam emas hasil pengolahan

#### 4. Dokumentasi penelitian

### 3.4.2 Tahapan Pengolahan dan Analisis Data

#### 1. Percobaan pengujian

Yaitu melakukan pengujian terhadap bijih emas pada metode *heap leaching* dengan menggunakan variasi ukuran butir umpan dengan pada setiap percobaan pengolahan serta juga memperhatikan kondisi pada saat reaksi sedang berlangsung. Berikut variabel-variabel yang digunakan pada saat pengolahan metode *heap leaching* penelitian :

- a. Variabel tetap pada pengujian antara lain: berat bijih (umpan), konsentrasi *leaching agent* (NaCN), kapasitas bak material pengolahan, instalasi alat, fraksi umpan, jenis *leaching agent* (NaCN), pH, karbon aktif, air (persen solid).
- b. Variabel tidak tetap yaitu ukuran butir umpan.

#### 2. Pengujian laboratorium

Setelah dilakukan percobaan pengujian metode *heap leaching* di dapat produk berupa karbon aktif, larutan kaya dan *tailing*. Bijih emas dan *tailing* akan dilakukan analisa laboratorium yaitu pengujian AAS untuk mengetahui kadar Au dalam bijih dan Au dalam *tailing* hasil pengolahan. Sedangkan karbon aktif akan dilakukan pembakaran tahap pertama menjadi produk abu karbon, dan selanjutnya dilakukan pembakaran tahap kedua untuk mengeluarkan *bullion* nya.

#### 3. Analisis data

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan secara kuantitatif dan deskriptif, yang terdiri dari:

1. Analisis data kadar emas dalam bijih, emas dalam *tailing* dan emas hasil pelarutan dalam larutan kaya.
2. Analisa perlakuan pada ukuran butir umpan terhadap optimalisasi perolehan emas metode *heap leaching*.

#### 4.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan yaitu gabungan antara metode kuantitatif dan kualitatif dari data primer dan sekunder yaitu dengan mengkaji dan menganalisis data, menyajikan data setelah itu menarik kesimpulan. Dengan mengetahui pengaruh dari beberapa variabel yang dihasilkan, maka kemudian memberikan rekomendasi dalam upaya untuk mengoptimalkan perolehan emas melalui variasi ukuran butir umpan yang sesuai dalam pengolahan emas dengan metode *heap leaching*.

- a. Tahapan penelitian pendahuluan meliputi studi pustaka baik dari buku, jurnal, prosiding maupun tulisan-tulisan yang berkaitan dengan penelitian yang terdapat di media internet maupun perpustakaan umum. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui keadaan lapangan tempat pelaksanaan penelitian.
- b. Melakukan pengamatan pengolahan emas *Heap Leaching* yang dilakukan masyarakat di Desa Kertajaya.
- c. Pengumpulan Data

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan semua data yang telah di peroleh dari lapangan maupun data dari instansi, baik dari hasil wawancara dengan masyarakat di lapangan maupun pembimbing lapangan, data dokumentasi berupa foto-foto maupun data hasil pengukuran yang diperoleh langsung dari lapangan.

d. Pengolahan Data

Tahapan penyelesaian hasil penelitian dilakukan dengan analisa data primer maupun data sekunder dan melakukan evaluasi terhadap data.

e. Penyusunan Laporan.

Pada tahap ini data-data yang telah didapatkan baik itu berupa hasil wawancara masyarakat dan pembimbing lapangan maupun pengamatan langsung dilapangan, disusun dalam bentuk laporan.

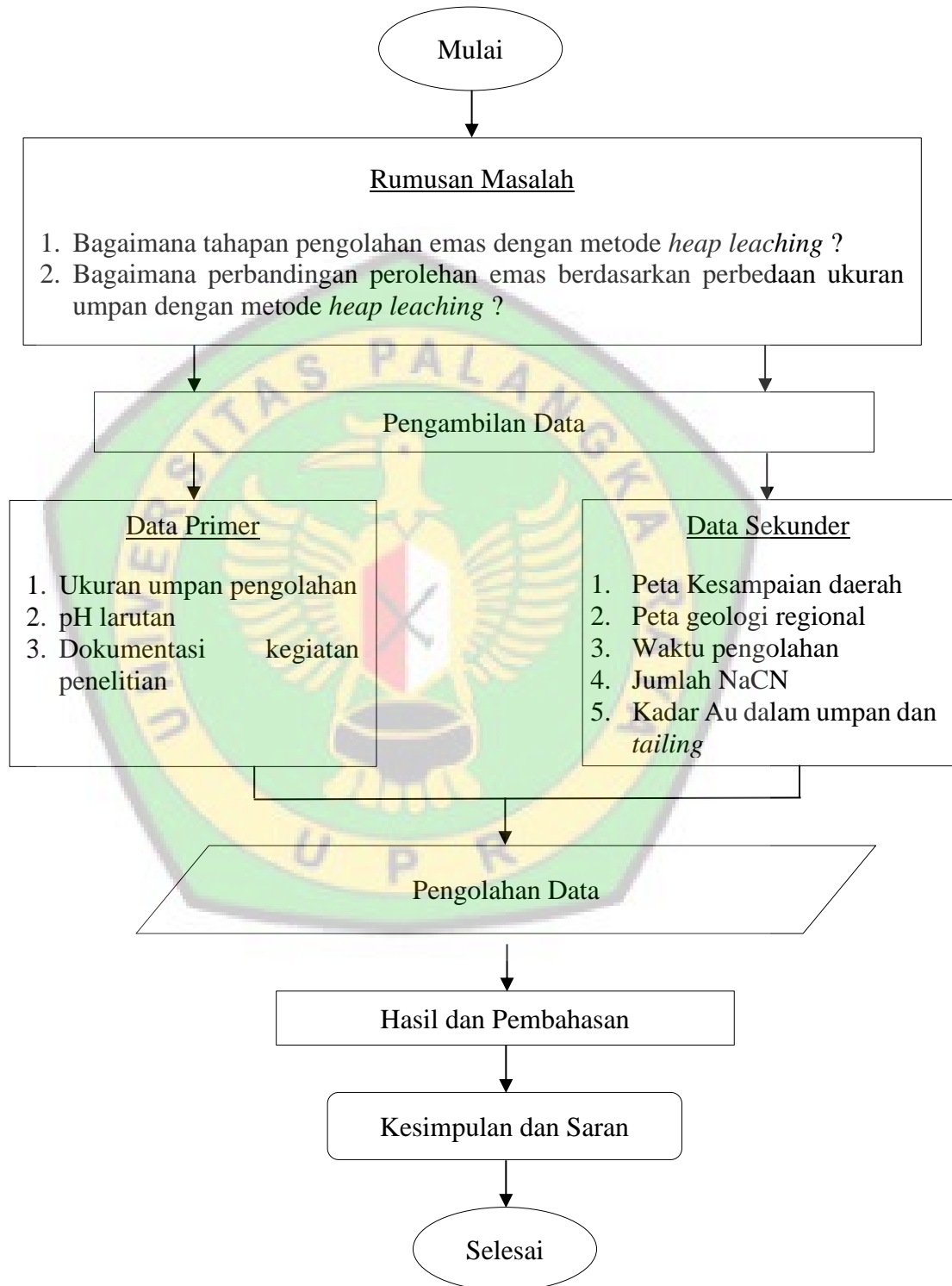
### 3.6 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini membahas tentang pengolahan emas menggunakan sianida dengan metode *heap leaching* berdasarkan pengaruh ukuran umpan terhadap perolehan emasnya. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui ukuran umpan yang pas untuk diterapkan dalam pengolahan emas menggunakan metode *heap leaching* tersebut. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.3.

### 3.7 Waktu Penelitian Skripsi

Waktu dalam menyelesaikan skripsi ini dimulai dari awal hingga selesai yaitu  $\pm$  12 bulan. Rincian kegiatan penelitian bisa dilihat pada tabel 3.1.

#### 4.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh ukuran umpan terhadap perolehan emas menggunakan metode *heap leaching*, maka dapat disimpulkan :

1. Tahapan pengolahan emas metode *heap leaching* yaitu :
  - a. Pengecilan ukuran umpan.
  - b. Pemisahan ukuran umpan.
  - c. Memasukan umpan ke dalam *leaching pad*.
  - d. Memasukan air ke dalam tong penampungan (*pregnant solution pond*).
  - e. Melakukan sirkulasi air dari tong penampungan menuju *leaching pad*.
  - f. Pengecekan pH dan pemberian kapur tohor (CaO).
  - g. Memasukan NaCN ke dalam tong penampungan larutan kaya.
  - h. Menaruh karbon aktif ke dalam ember dan digantungkan pada pipa keluaran larutan kaya menuju tong penampungan.
  - i. Melakukan pembakaran karbon aktif hasil pengolahan

Perolehan emas dari percobaan yang telah dilakukan berdasarkan variabel ukuran umpan pada pengolahan *heap leaching* yaitu : untuk ukuran umpan < 2 cm diperoleh sebesar 94,1 mg dan < 1 cm sebesar 59,25 mg. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa percobaan pengolahan emas dengan metode *heap leaching* berdasarkan ukuran umpan

jika semakin kecil ukuran umpan maka perolehan emasnya akan semakin besar.

Faktor yang menyebabkan sedikitnya perolehan emas tersebut karena keterdapat mineral – mineral ikutan yang terdapat pada umpan seperti perak dan logam lainnya yang dapat ikut terlarut ketika proses pelarutan emas dilakukan. Adanya keterdapat mineral sulfida berupa pirit yang terdapat pada batuan sehingga proses sianidasi terhambat karena sianida tidak memiliki kemampuan untuk melarutkan emas yang terperangkap dalam mineral sulfida sehingga tidak semua emas yang terdapat pada batuan tersebut yang terkena kontak dengan larutan.

## 5.2 Saran

1. Diharapkan dilakukan penanganan untuk mineral – mineral sulfida yang terdapat pada batuan sebelum dilakukan proses sianidasi agar perolehan emasnya dapat dioptimalkan dan penanganan lempung pada batuan agar sirkulasi larutan berjalan lancar.
2. Diharapkan dilakukan penelitian lanjutan pada pengolahan emas metode *heap leaching* untuk mengetahui kondisi pengolahan yang tepat sehingga dapat mengoptimalkan perolehan emas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Muhammad, dkk. 2011. *Minerals of Hydrothermal and Fumarolic Systems*. Yogyakarta; Program Studi Geofisika FMIPA UGM.
- Boyle, R.W. (1979). *The Geochemistry of Gold and Its Deposits*. Canadian Geological Survey Bulletin, 280, 584 p.
- Diantoro, Yimi, 2010. *Emas Investasi dan Pengolahannya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gingga, Flaminggo, 2017. *Pengaruh Perak Nitrat Terhadap Perolehan Emas Dengan Sianidasi Pada Bijih Emas Di Desa Ketajaya, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat*. Surabaya : ITATS.
- Guilbert, J.M. dan Park, C.F. Jr. 1986. *The Geology of Ore Deposits*. New York : W.H. Freeman and Company.
- Handayani, Sri dan Suratman. 2017. *Biooksidasi Teknologi Alternatif Pengolahan Bijih Emas Refraktori*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara Volume 13, Nomor 3, 197 – 211.
- Harnanto, A dan Ruminten. 2009. *Kimia 2 : Untuk SMA/MA Kelas XI*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, p. 294.
- Latif, Abdul, 2017. *Pembentukan Mineral Di Alam Mineral Emas (Au)*. Balikpapan: STT-MIGAS.
- Lucas, JM, 1985. *Gold Mineral Facts and Problems*. United State Dept of the Interior, Burreau of Mines Preprint from Bulletin, 675, 1 – 6.
- MacArthur, J.S, 1887. *Method of Extracting Silver and Gold From Their Ores by Dissolving Them In A Dilute Solution of Sodium Cyanide or Potassium Cyanide*. Scotland : Mining and Milling Company.
- Pinto, Idepofildo, 2015. *Perbandingan Hasil Pengolahan Emas Dengan Metode Sianidasi (Heap Leaching) Berdasarkan Perbedaan Ukuran Butir Umpan Di Tambang Rakyat Jampang Kulon, Desa Kertajaya Kabupaten Sukabumi Jawa Barat*. Surabaya: ITATS.
- Purnamawati, Dwi Indah, 2012. *Genesa Dan Kelimpahan Mineral Logam Emas, Dan Asosiasinya Berdasarkan Analisis Petrografi, Dan Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS), Di Daerah Sangon, Kaupaten Kulonprogo, Propinsi DIY*. Yogyakarta: Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

- Puspitaningrum, Dian Wahyuningtyas, 2013. *Ekstraksi Emas Dari Batuan Menggunakan Metode Sianidasi Dan Amalgamasi Dengan Penambahan Ketela Pohon*. Jember: Universitas Jember.
- 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.
- Sukamto, Rab.1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Tangkuman, Herling D, dkk, 2008. *Pengaruh Konsentrasi Sianida Terhadap Produksi Emas*. Manado: UNSRAT.
- Van Bemmelen , 1949. *The Geology of Indonesia vol. 1 A. Government Printing Office, The Hague, Martinus Nijhoff*, vol. 1A, Netherlands
- Widara, Maharani Rindu, 2016. *Pengaruh Konsentrasi Sodium Cyanide Terhadap Recovery Emas Pada Pengolahan Emas Metode Heap Leaching*. Surabaya : ITATS.
- Widara, Maharani Rindu, 2017. *Perbandingan Hasil Logam Emas Pada Pengolahan Bijih Emas Dengan Metode Sianida (Heap Leaching) Berdasarkan Perbedaan Ukuran Butir Umpan*. Yogyakarta : UPN Veteran Yogyakarta.