

**OPTIMASI PEROLEHAN *RECOVERY* EMAS PADA  
PENGOLAHAN BIJIH EMAS METODE *HEAP  
LEACHING* BERDASARKAN WAKTU PELINDIAN  
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:**

**ALI MISBAHUL MUAFFAN**

**DBD 113 081**

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

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : ALI MISBAHUL MUAFFAN

NIM : DBD 113 081

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, 28 Juni 2019

Penulis,

ALI MISBAHUL MUAFFAN  
DBD 113 081

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

# OPTIMASI PEROLEHAN *RECOVERY* EMAS PADA PENGOLAHAN BIJIH EMAS METODE *HEAP LEACHING* BERDASARKAN WAKTU PELINDIAN DI DESA KERTAJAYA KECAMATAN SIMPENAN KABUPATEN SUKABUMI PROVINSI JAWA BARAT

Oleh :

ALI MISBAHUL MUAFFAN  
DBD 113 081

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Jumat, 28 Juni 2019  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

#### Susunan Tim Penguji,

- |   |            |       |
|---|------------|-------|
| 1. <u>HEPRYANDI L.Dj USUP, ST., MT</u><br>NIP 19810211 200604 1 001     | Ketua      | ..... |
| 2. <u>LISA VIRGIYANTI, ST., MT</u><br>NIP 19770904 200801 2 011         | Sekretaris | ..... |
| 3. <u>Ir. YULIAN TARUNA, M.Si</u><br>NIP 19580705 198903 1 019          | Anggota    | ..... |
| 4. <u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, ST., MT</u><br>NIP 19841022 201504 1 001 | Anggota    | ..... |
| 5. <u>NENY SUKMAWATIE, S.Hut., MP</u><br>NIP 19760614 200801 2 020      | Anggota    | ..... |

Mengetahui,  
Dekan  
Fakultas Teknik

Mengetahui,  
Ketua Jurusan/Prodi  
Teknik Pertambangan

Ir. WALUYO NUSWANTORO, MT.  
NIP 196511191993021001

FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT.  
NIP 197912152008121001

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,  
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS, Al-Insyirah:5-6)

## PERSEMBAHAN

### KINI AKU TELAH SAMPAI PADA WAKTUKU←

Sujud syukur kusembahkan kepadaMu yaa Allah, Tuhan Yang Maha Agung dan Maha Tinggi. Atas takdirMu hamba bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depanku, dalam meraih cita-cita hamba.

Teruntuk Bapakku Suyanto dan Mamahku Wiji, motivator terbesar dalam hidupku, terima kasih atas limpahan kasih sayang dan curahan doa yang tak berkesudahan, semua pengorbanan, nasihat dan kesabaran tiada batas hingga mengantarkanku sampai kini. Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih tiada mungkin dapat cukup kubalas, terlebih hanya dengan selembarnya kertas bertuliskan kata cinta dan lembar-lembar yang merupakan bagian kecil dari persembahan ini. **I love you both!**

Kakakku tercinta, Indah Tyas.. yang selalu mendukung setiap langkah yang kuambil, semua dorongan dan arahan yang telah kau berikan dari semasa aku kecil hingga sekarang. Semoga selalu dilimpahkan keberkahan dan kebahagiaan dari Allah SWT kepadamu!

Seluruh sanak keluarga, adik-adik tersayang, Akbar dan Abid serta semuanya yang tak bisa kusebutkan satu persatu, semoga kalian dapat mengikuti jejakku bahkan lebih dari yang telah kucapai.. Aamiin

Kepada kawan seperjuangan, seiring canda tawa dan pacuan semangat yang mengiringi perjuanganku dan perjuangan kita.. sahabat gila-gilaanku Risky, Gilbi, Gatot Bella, Sandika, Hepida yang saling menguatkan dan membantu.. semua rekan se almamater, kesuksesan milik kita yang gigih menggapainya!

Anak-anak “pengacau” mess putri 2, Rina, Rut, Nora, Jojor, Yuni dan semua yang datang silih berganti, tanpa kalian mungkin perjalanan kuliahku

akan terasa hambar.. Kawan serumahku, Enggar dan Soleh, yang setia menemani dan memberikan bantuan dari awal kuliah hingga sekarang, semoga silaturahmi kita tetap terjaga sampai kapanpun

Untuk Tete Ratih Nurjayati, hatur nuhun ka sadayana nya! Kakak sekaligus kawanku berbagi cerita dan tempat bertukar ide serta gagasan selama di Sukabumi, semoga magisternya segera di acc, bahkan sampai doktor hehehehe  
Aamiin..

Dan tak lupa kubingkiskan buat koncoku, Risky otseder, Imron kepi, Ria tisyia, Anas, Novan omplong, Wahyu Bagus, Joko, Aldi, Hendra di Malang..  
dan buat pendamping hidupku (kelak)

Yang paling diingat, kupersembahkan karya ini untuk yang selalu bertanya  
"Kapan skripsimu selesai?"

Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukan sebuah aib. Alangkah kerdilnya jika mengukur kepintaran seseorang hanya dari siapa yang paling cepat lulus.. bukankah sebaik-baik skripsi adalah skripsi yang selesai?

Entah itu selesai tepat waktu maupun tidak tepat waktu

Palangka Raya, Juli 2019

## SARI

Metode *heap leaching* merupakan proses hidrometalurgi yang dikembangkan sebagai suatu proses pengolahan mineral logam berkadar rendah dan efisien, yang dilakukan dengan cara menyiram tumpukan batuan dengan bahan kimia pelarut secara sirkulasi. Banyak hal yang perlu diperhatikan, dalam prosesnya terdapat kondisi optimal pada saat logam emas larut maksimal tanpa atau dengan sedikit logam lain yang larut dalam larutan kaya terhadap waktu pelindian, dimana hal tersebut akan mempengaruhi tingkat perolehannya, diantaranya seperti lamanya periode proses reaksi serta kondisi yang mempengaruhinya. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, dengan tujuan untuk mendeskripsikan proses penambangan dan pengolahan emas metode *heap leaching*, kemudian menghitung kandungan emas dalam bijih, hasil pembakaran dan emas dalam *tailing*, serta menganalisis persentase emas yang dapat *direcovery* di setiap variasi waktunya.

Metode yang digunakan adalah deskriptif dan pendekatan kuantitatif, dengan hasil analisis yang dituangkan dalam persentase perbandingan kandungan dalam setiap sampel pengolahan. Pengambilan data didapat dengan cara melakukan analisa laboratorium terhadap contoh sampel bijih umpan, larutan kaya, dan *tailing* pengolahan, guna mengetahui kadar emas masing-masing yang terkandung di dalamnya.

Data berat logam emas didapat dari hasil 2 kali tahap pembakaran karbon aktif. Dari hasil pengolahan didapat bahwa persentase perolehan emas dari pengolahan 1 sampai 5 berturut-turut dengan waktu pelindian selama 12 jam menghasilkan perolehan sebesar 60,41 %, waktu pelindian selama 18 jam sebesar 41,66%, waktu pelindian selama 24 jam sebesar 66,11%, waktu pelindian selama 30 jam sebesar 58,33%, dan waktu pelindian selama 36 jam sebesar 41,75%. Dengan demikian, waktu optimal/ideal yang dapat digunakan untuk pengolahan emas metode *heap leaching* adalah dengan waktu pelindian selama 24 jam. Metode *heap leaching* cocok untuk digunakan pada pengolahan emas skala kecil seperti pada tambang rakyat, karena teknologi *heap leaching* membutuhkan investasi yang lebih murah dan kecepatan pembangunan pengolahan yang lebih cepat, disamping itu penggunaan larutan sianida lebih rendah tingkat bahayanya daripada pengolahan yang masih menggunakan merkuri sebagai bahan utamanya.

**Kata Kunci:** Pengolahan Emas, Metode *Heap Leaching*, *Recovery*, Pertambangan Skala Kecil

## ABSTRACT

The heap leaching method is a hydrometallurgical process that was developed as a low-level metal mineral processing and efficient, which is carried out by watering the rock piles with circulating solvent chemicals. Many things need to be considered, in the process there are optimal conditions when the gold metal dissolves maximally without or with little other metal dissolved in a saturated solution to the leaching time, where it will affect the recovery, including the length of the reaction process and the conditions that affect it. The study was conducted at Sukabumi Regency, West Java Province, with the aim of describing the mining and gold processing of the heap leaching method, then calculating the gold content in ore, roasting products and gold content in tailings, afterwards analyzing the gold percentage that can be recovered at any time of variation.

The method used is descriptive and quantitative approach, with the results of the analysis as outlined in the percentage comparison of content in each processing sample. The data was obtained by conducting laboratory analysis of ore feed samples, saturated solution, and the tailings, in order to determine the gold content of each samples. Data on the weight of gold metal is obtained from the results of 2 times the roasting stage of activated carbon.

From the results of processing it was found that the percentage of gold gain from processing 1 to 5 respectively with leaching time for 12 hours resulted in a gain of 60.41%, leaching time for 18 hours was 41.66%, leaching time for 24 hours was 66.11 %, leaching time for 30 hours is 58.33%, and leaching time for 36 hours is 41.75%. Therefore, the optimal / ideal time that can be used for the gold processing of the heap leaching method is by leaching time for 24 hours. The heap leaching method is suitable for use in small-scale gold processing such as in small scale mining, because heap leaching technology requires a cheaper investment and faster equipment construction, besides the use of cyanide solution is lower in hazard than processing that still uses mercury as a main ingredient.

**Keyword:** Gold Processing, Heap Leaching Method, Recovery, Small Scale Mining

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, karena atas rahmat dan karuniaNya penulis masih diberikan kesehatan dan keberkahan ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Optimasi Perolehan *Recovery* Emas pada Pengolahan Bijih Emas Metode *Heap Leaching* di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat”** yang dilaksanakan mulai 9 April sampai 23 Mei 2018 dengan lancar tanpa hambatan berarti.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang terkait, sehingga penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya, dan juga Dosen Penguji II.
4. Bapak Hepryandi Luwyk Djanas Usup, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Lisa Virgiyanti, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si., selaku Dosen Penguji I.
7. Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., MP., selaku Dosen Penguji III.

8. Bapak Rd. Rhazista Noviardi, S.T.P., MT selaku Kepala Loka Uji Teknik Penambangan LIPI Jampang Kulon - Sukabumi yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi.

9. Bapak Suryo Sembodo, ST yang telah membimbing selama di lapangan.

Penulis berharap dengan adanya Laporan Skripsi nantinya dapat bermanfaat sebagai referensi ilmiah bagi penulis serta semua pihak yang membaca pada umumnya, karena pada skripsi ini penulis nantinya akan membahas topik mengenai penggunaan metode pelindian sebagai media dalam perolehan emas di dalam bijihnya. Penulis merasa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Masukan serta kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi kesempurnaan penulisan ilmiah selanjutnya.

Palangka Raya, 28 Juni 2019

Ali Misbahul Muaffan  
DBD 113 081

## DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
SARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3.1 Maksud.....	3
1.3.2 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Emas.....	8
2.2.1 Sifat-sifat Emas.....	9
2.3 Proses Penambangan Bijih Emas.....	11
2.4 Pengolahan Bahan Galian.....	17
2.4.1 Kominusi.....	17
2.4.2 Penyeragaman Ukuran.....	19
2.5 Ekstraksi Metalurgi.....	22
2.6 Hidrometalurgi.....	23
2.7 Proses Sianidasi Bijih Emas.....	25
2.8 <i>Heap Leaching</i> .....	29
2.9 Instalasi Pengolahan Metode <i>Heap Leaching</i> .....	32
2.10 Proses <i>Carbon In Column, Carbon In Pulp dan Carbon In Leach</i> (Proses Absorpsi).....	35
2.10.1 <i>Carbon In Column</i> .....	36
2.10.2 <i>Carbon In Pulp</i> .....	36
2.10.3 <i>Carbon In Leach</i> .....	37
2.11 <i>Recovery</i> .....	38
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
3.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	39

3.2	Keadaan Geologi dan Topografi.....	40
3.2.1	Geologi Umum.....	40
3.2.2	Topografi dan Morfologi.....	42
3.2.3	Stratigrafi.....	45
3.3	Kondisi Endapan.....	46
3.4	Tata Laksana Penelitian.....	47
3.4.1	Metode Pengambilan Data.....	47
3.4.2	Metode Analisis Data.....	48
3.4.3	Prosedur Pengambilan dan Analisis Data.....	49
3.4.4	Alat dan Bahan.....	52
3.4.5	Proses Penelitian di Lapangan.....	53
3.5	Waktu Penelitian.....	57
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>58</b>
4.1	Hasil.....	58
4.1.1	Proses Penambangan dan Pengolahan Emas Metode <i>Heap Leaching</i> .....	58
4.1.2	Perbandingan Kadar Emas dalam Bijih, <i>Tailing</i> Dan Emas Hasil Pembakaran.....	72
4.1.3	Kadar Emas <i>Terrecovery</i> pada Setiap Variasi Waktu.....	73
4.2	Pembahasan.....	77
4.2.1	Proses Penambangan dan Pengolahan Emas Metode <i>Heap Leaching</i> .....	77
4.2.2	Perbandingan Kadar Emas dalam Bijih, <i>Tailing</i> dan Emas Hasil Pembakaran.....	82
4.2.3	Kadar Emas <i>Terrecovery</i> pada Setiap Variasi Waktu.....	84
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>87</b>
5.1	Kesimpulan.....	87
5.2	Saran.....	88

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1	Gambaran Umum Proses Ekstraksi Metalurgi..... 23
Gambar 2.2	Salah Satu Instalasi Pengolahan Metode <i>Vat Leaching</i> ..... 26
Gambar 2.3	Bagan Alir Sederhana Proses Sianidasi Bijih Emas..... 27
Gambar 2.4	Desain Kolam Pengolahan <i>Heap Leaching</i> Tampak Atas..... 32
Gambar 2.5	Desain Kolam Pengolahan <i>Heap Leaching</i> Tampak Samping... 34
Gambar 2.6	Desain Kolam Pengolahan <i>Heap Leaching</i> Tampak Depan..... 34
Gambar 2.7	Metode Pengolahan Bijih Emas <i>Heap Leaching</i> saat Instalasi... 35
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian Sukabumi..... 39
Gambar 3.2	Lokasi penelitian Desa Kertajaya pada Peta Geologi..... 41
Gambar 3.3	Korelasi Stratigrafi Daerah Jampang; Van Bemmelen (1949) Dan Sukamto (1975)..... 46
Gambar 3.4	Bagan Alir Penelitian..... 56
Gambar 4.1	Aktifitas Warga saat Melakukan Penambangan di Desa Kertajaya..... 59
Gambar 4.2	Lubang Bukaan Tambang di Lokasi Tanjakan Geusik..... 60
Gambar 4.3	Kegiatan Penggalian Bijih Emas..... 61
Gambar 4.4	Penampakan Batuan Bijih Emas di Lokasi Tanjakan Geusik.... 62
Gambar 4.5	Kegiatan Peremukan Batuan Bijih Secara Manual Ditumbuk... 63
Gambar 4.6	Proses Peremukan Batuan Bijih Menggunakan <i>Jaw Crusher</i> .... 63
Gambar 4.7	Ukuran Batuan Umpan yang Telah Disortir $\pm 10$ mm..... 64
Gambar 4.8	Persiapan Bahan dengan Timbangan Analitik..... 65
Gambar 4.9	Persiapan Umpan Batuan Bijih ke dalam <i>Leaching Pad</i> ..... 65
Gambar 4.10	CaO Sebelum (a) dan Setelah (b) Dicampur Air..... 66
Gambar 4.11	Pengukuran dengan pH meter Sebelum dan Sesudah Pemberian Kapur Tohor (CaO)..... 67
Gambar 4.12	Karbon Aktif dalam Wadah pada saat Proses <i>Heap Leaching</i> Berlangsung..... 68
Gambar 4.13	Karbon Aktif yang telah Ditambahkan ke dalam Wadah..... 69
Gambar 4.14	Contoh Sampel dari Setiap Percobaan Pengolahan..... 69
Gambar 4.15	Pembakaran Karbon Aktif Tahap Pertama..... 70
Gambar 4.16	Abu Hasil Pembakaran Karbon Aktif dari Tungku..... 70
Gambar 4.17	Pembakaran Tahap Kedua pada Abu Karbon Aktif..... 71
Gambar 4.18	Hasil Pembakaran Kedua Berupa <i>Bullion</i> Logam Emas..... 71
Gambar 4.19	<i>Bullion</i> Logam Emas Pengolahan 1 sampai dengan 5..... 72
Gambar 4.20	Grafik Perolehan Kadar Emas yang Tertinggal dalam <i>Tailing</i> ... 75
Gambar 4.21	Grafik Perolehan Recovery Emas Berdasarkan Perbedaan Waktu..... 76

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1	Unit bentuk lahan genetik utama daerah perencanaan..... 43
Tabel 3.2	Keterangan satuan morfologi..... 44
Tabel 3.3	Rencana waktu Penelitian Skripsi..... 57
Tabel 4.1	Proses penambangan emas bawah tanah di Desa Kertajaya..... 59
Tabel 4.2	Perbandingan berat emas hasil pengolahan emas <i>heap leaching</i> ..... 72
Tabel 4.3	Kadar dan berat Au dalam <i>tailing</i> ..... 73
Tabel 4.4	Kadar dan berat Au dalam <i>feed</i> (umpan bijih)..... 73
Tabel 4.5	Perhitungan <i>material balance</i> ..... 74
Tabel 4.6	Hasil <i>recovery</i> pengolahan bijih emas metode <i>heap leaching</i> .. 75

## DAFTAR ISTILAH

- Adsorbent* : Merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Saragih, 2008). Kebanyakan *adsorbent* adalah bahan- bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori- pori atau pada letak tertentu di dalam partikel itu.
- Adsorpsi : Suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penjerap, *adsorbent*) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terjerap, adsorbat) pada permukaannya. Berbeda dengan absorpsi yang merupakan penyerapan fluida oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan.
- Agitated tank leached* : Pelindian emas yang dilakukan di dalam tangki dimana udara tekan yang dialirkan dari atas tangki selain berfungsi sebagai oksidator juga berfungsi untuk mengaduk material lumpur di dalam tangki.
- Aglomerasi : Pengumpulan dan/atau penumpukan partikel atau zat menjadi satu
- Ball mill / gelundung* : Merupakan suatu mesin penggiling berbentuk silinder yang digunakan untuk menggiling atau mencampurkan material seperti biji, bahan baku keramik dan cat. *Ball mill* berputar melalui sumbu horisontal dengan material yang ingin digiling beserta dengan medium penggiling.
- Block out* : Suatu kejadian dimana proses filtrasi tersumbat oleh padatan sehingga zat cair tidak dapat mengalir lancar.
- Blower* : Mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.

<i>Bullion</i>	: Campuran dari emas dan perak serta beberapa unsur logam lainnya, sehingga emas yang diperoleh belum sepenuhnya emas murni.
<i>Cake filter</i>	: Merupakan sisa atau produk dari proses filtrasi
<i>Carbon In Column</i>	: Merupakan metode ekstraksi logam emas yang dilakukan di dalam suatu kolom dengan larutan yang dialirkan dari atas.
<i>Cut of grade</i>	: Salah satu parameter ekonomi penting untuk menentukan pada kadar (kadar terendah/kadar rata-rata terendah) berapa suatu endapan bahan galian masih memberikan keuntungan apabila ditambang.
Desorpsi	: Proses pelepasan kembali ion/molekul yang telah berikatan dengan gugus aktif pada adsorben.
Ekstraksi	: Proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik
<i>Feed</i>	: Merupakan umpan yang digunakan sebagai bahan awal dalam suatu pengolahan.
<i>Geomembrane</i>	: Lembaran plastik berbahan baku HDPE / LLDPE / PVC, dll, dan mempunyai karakteristik yang kedap air.
<i>Gophering/coyoting</i>	: Suatu cara penambangan terhadap endapan bijih yang kecil/tebal dan lebarnya kurang dari 3 meter.
<i>Heap leaching</i>	: Merupakan proses hidrometalurgi yang dikembangkan sebagai suatu proses pengolahan mineral logam berkadar rendah yang efisien.
<i>Jack hammer</i>	: Alat pneumatik atau elektromekanik yang menggabungkan palu langsung dengan pahat, <i>gas breakers</i> , dan <i>drilling hammer</i> . Biasanya didukung oleh udara terkompresi
Kominusi	: Suatu proses untuk mengubah ukuran suatu bahan galian menjadi lebih kecil, hal ini bertujuan untuk memisahkan

	atau melepaskan bahan galian tersebut dari mineral pengotor yang melekat bersamanya.
Larutan kaya	: Larutan yang mengandung logam berharga sebagai hasil pengatusan bijih
<i>Leaching agent</i>	: Bahan yang digunakan untuk proses pelindian.
<i>Leaching pad</i>	: Bak pelindian umpan bijih emas.
Persen solid	: Perbandingan dari berat padatan dengan berat total.
Pompa <i>submersible</i>	: Jenis pompa air yang dirancang khusus karena diletakkan didalam cairan dan mendorong cairan melalui pipa salurannya untuk menuju ke permukaan.
<i>Pregnant solution pond</i>	: Kolam penampungan larutan kaya.
Proses hidrometalurgi	: Merupakan proses ekstraksi, pemurnian, atau recycling menggunakan larutan <i>aqueous</i> .
<i>Quenching</i>	: Proses perlakuan panas dimana prosesnya yaitu dengan pendinginan yang relatif cepat dari temperatur austenisasi (umumnya pada temperatur 815° C – 870° C) pada baja.
<i>Recovery</i>	: Menyatakan jumlah atau persentase mineral berharga yang dapat diambil dari umpan, nilai ini menunjukkan rasio mineral berharga yang didapat dengan mineral berharga yang berada dalam bijih umpan.
<i>Recycling</i>	: Mengubah material terbuang menjadi produk baru supaya bisa digunakan lagi, agar bisa mereduksi konsumsi material mentah, penggunaan energi, polusi udara, dan polusi air.
<i>Sprinkler</i>	: Sebuah alat untuk menyemprotkan air secara menyebar.
<i>Sprinkler cyanide</i>	: Serangkaian pipa dan pompa pada alat <i>heap leaching</i>
<i>Tailing</i>	: Bahan yang sisa tertinggal setelah pemisahan fraksi bernilai bijih emas.
<i>Vein</i>	: Merupakan urat urat dari endapan bahan galian dan berada di bawah tanah.

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Peta Kesampaian Daerah  
Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang  
Peta Geologi Daerah Penelitian
- Lampiran B Analisa Laboratorium Kadar Emas dalam Larutan Kaya (Larutan Sisa)
- Lampiran C Perhitungan Kadar dan Berat Emas dalam *Tailing* dan Bijih Umpan
- Lampiran D Perhitungan Rumus Fungsi Berdasarkan Grafik Perolehan *Recovery* Emas

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penambangan bijih emas pada pertambangan rakyat di daerah Kertajaya, Sukabumi dilakukan menggunakan sistem tambang bawah tanah dengan metode *gophering/coyoting* (lubang tikus) secara tradisional. Untuk memperolehnya diperlukan teknik penambangan yang tepat dan kemudian teknik pengolahan yang cermat pula untuk menghasilkan perolehan emas yang tinggi. Dalam pengolahan emas secara umum, terdapat beberapa metode pengolahan. Namun pada tambang rakyat, metode yang sering digunakan adalah metode sianidasi, yang merupakan proses ekstraksi emas dari bijih dengan larutan sianida. Metode ini membutuhkan waktu yang sedikit lama tetapi hasil emas yang diperoleh bisa mencapai 55-65% (Habashi, 2005). Selain itu *leaching agent* sianida mempunyai kelebihan dalam prosesnya yang sederhana dan paling ekonomis. Sehingga metode sianidasi merupakan proses pemisahan/ekstraksi emas yang sering digunakan hingga saat ini (Angove, 2005).

Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengolahan emas, dimana hal tersebut akan mempengaruhi tingkat perolehannya, diantaranya seperti keakuratan formulasi atau konsentrasi *leaching agent* sianidanya, ukuran partikel batuan yang akan diolah, lamanya periode proses reaksi serta kondisi yang mempengaruhinya. Pada penelitian kali ini pembahasan

difokuskan pada salah satu metode sianidasi dengan menggunakan metode *heap leaching*. Metode ini merupakan metode paling banyak digunakan pada pengolahan emas tambang rakyat selain karena nilai investasi alat paling ekonomis maupun metode yang sederhana jika dibandingkan dengan metode pengolahan sianida yang lainnya .

Pada metode ini, tidak sedikit logam lain yang larut dalam larutan kaya karena para pengolah yang umumnya masih beranggapan bahwa makin banyak bahan kimia yang digunakan maka makin banyak emas yang larut dalam larutan kaya. Padahal dalam prosesnya terdapat kondisi optimal dimana logam emas larut maksimal tanpa atau dengan sedikit logam lain yang larut dalam larutan kaya dengan waktu yang juga diperhitungkan, sehingga perolehan emas yang didapat masih belum maksimal dari setiap pengolahannya.

Topik penelitian kali ini dilakukan untuk memperoleh waktu proses yang optimal melalui simulasi percobaan pengolahan dengan perlakuan variasi waktu reaksi saat pengolahan, sehingga kandungan emas dapat terlarut maksimal dan meminimalisir terikutnya unsur logam selain emas akibat kondisi reaksi dan waktu perendaman yang kurang diperhatikan, selain itu juga agar kandungan emas yang ada dalam *tailing* minimal sehingga metode pengolahan ini bisa ekonomis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Yang menjadi perumusan masalah dalam Penelitian Skripsi ini antara lain:

1. Bagaimana proses penambangan pada tambang rakyat dan proses pengolahan emas metode *heap leaching* di Desa Kertajaya?
2. Bagaimana hasil pengujian kadar emas pada bijih, emas hasil pembakaran dan emas dalam *tailing*?
3. Bagaimana tingkat persentase kadar emas yang dapat di *recovery* pada pengolahan metode *heap leaching* di setiap variasi waktunya?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

#### 1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian skripsi ini adalah memperoleh waktu proses pengolahan emas yang optimal melalui beberapa simulasi pengolahan metode *heap leaching* menggunakan *leaching agent* sianida, sehingga didapat kondisi optimal bagi emas untuk terlarut dan meminimalisir terbuangnya kandungan emas ke dalam limbah *tailing*.

#### 1.3.2 Tujuan

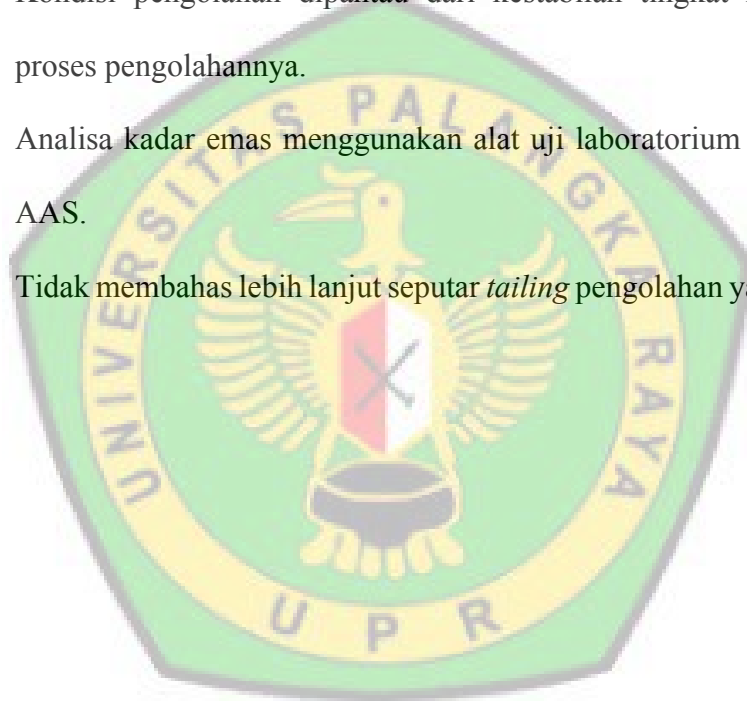
Adapun Tujuan Penelitian Skripsi ini adalah:

1. Menjelaskan proses penambangan pada tambang rakyat dan proses pengolahan emas metode *heap leaching* di Desa Kertajaya.
2. Melakukan perhitungan kandungan emas dalam bijih, emas hasil pembakaran dan emas dalam *tailing*.
3. Menganalisis persentase kandungan emas yang dapat di *recovery* pada pengolahan metode *heap leaching* di setiap variasi waktunya.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini mencakup beberapa pembatasan masalah, antara lain:

1. Bijih emas diambil dari lubang tambang rakyat di Tanjakan Geusik, Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi.
2. Variabel waktu yang digunakan pada simulasi pengolahan bervariasi dari 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, dan 36 jam.
3. Kondisi pengolahan dipantau dari kestabilan tingkat keasaman pada proses pengolahannya.
4. Analisa kadar emas menggunakan alat uji laboratorium *Fire Assay* dan AAS.
5. Tidak membahas lebih lanjut seputar *tailing* pengolahan yang dihasilkan.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam hal ini sebagai data pendukung pada penelitian yang dilakukan maka diperlukan beberapa dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan melalui hasil dari berbagai penelitian sebelumnya, salah satu dasar atau acuan yang menjadi pertimbangan untuk dijadikan sebagai data pendukung adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang sedang dibahas dalam penelitian ini. Oleh karena itu, peneliti melakukan langkah kajian mengenai pembahasan seputar pengolahan emas metode *heap leaching* secara sianidasi. Pada subbab kali ini penulis memaparkan beberapa penelitian terdahulu terkait dengan permasalahan yang diteliti mengenai pengolahan emas di Desa Kertajaya, Sukabumi.

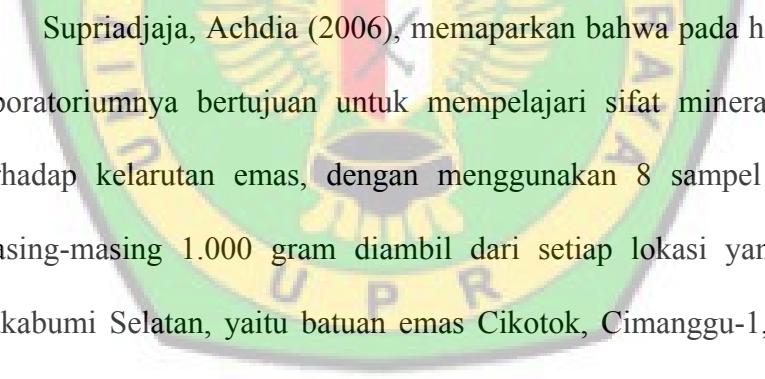
Widara, Maharani Rindu (2016), memaparkan bahwa diperlukannya penelitian lanjutan agar dapat mengetahui kondisi-kondisi yang tepat pada saat pengolahan bijih emas yang dapat mengoptimalkan angka *recovery*. Karena penambahan konsentrasi NaCN yang digunakan sebagai bahan pelarut pada pengolahan bijih emas tidak terlalu berpengaruh terhadap hasil *recovery*nya, dimana dalam penelitiannya digunakan variabel konsentrasi larutan NaCN sebesar 100gr, 300gr dan 500gr untuk setiap percobaan pengolahannya dengan menggunakan waktu penyiraman selama 12 jam. Dan didapat hasil *recovery* emas setiap 300 kg umpan sebagai berikut: pada

pengolahan emas variabel NaCN 100gr sebesar 31,39 %, variabel NaCN 300gr sebesar 30,29 % dan variabel NaCN 500gr sebesar 28,04 %.

Gingga, Flaminggo (2017), memaparkan bahwa penambahan bahan kimia perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) pada pengolahan emas sianidasi metode *heap leaching* dapat meningkatkan recovery emas dalam setiap percobaan pengolahannya. Persentase perolehan emas (*recovery*) dari uji coba 1 sampai 5 berturut-turut dengan tanpa  $\text{AgNO}_3$  sebesar 10,12%,  $\text{AgNO}_3$  1 gram sebesar 17,47%,  $\text{AgNO}_3$  2 gram sebesar 25,66%,  $\text{AgNO}_3$  3 gram sebesar 29%, dan  $\text{AgNO}_3$  4 gram sebesar 30,68%. Dengan demikian, peningkatan massa zat aditif  $\text{AgNO}_3$  pada pengolahan bijih emas menggunakan metode *heap leaching* dapat meningkatkan recovery dari 10,12% hingga 30,68% untuk variabel  $\text{AgNO}_3$  0 gram, 1 gram, 2 gram, 3 gram, dan 4 gram dengan waktu penyiraman selama 24 jam. Kemudian dalam penelitiannya juga disebutkan bahwa faktor utama yang menyebabkan kecilnya *recovery* pada proses pengolahan kemungkinan dikarenakan terlalu lamanya proses pengolahan *heap leaching*. Karena semakin lama bijih terpapar NaCN maka akan menghilangkan konsentrasi emas namun perolehan *bullion* nya semakin besar dengan adanya unsur perak dan tembaga yang mendominasi.

Maharani dan Rauf (2017), memaparkan bahwa hasil percobaan pengolahan bijih emas berdasarkan perbedaan ukuran butir bijih emas dengan metode sianidasi (*heap leaching*) didapat data yang cukup signifikan pada perolehan *bullion* emasnya. Dengan menggunakan umpan sebesar 1 ton dan waktu perendaman selama 16 jam pada setiap percobaan pengolahan, didapat

hasil yaitu pada rata-rata percobaan pertama adalah 7,4 gram dari ukuran umpan (feed)  $\leq 5$  cm, percobaan kedua didapatkan hasil bullion rata-rata 7,53 gram dari ukuran umpan (feed)  $\leq 4$  cm, hasil percobaan ketiga dengan rata-rata bullion yang didapatkan yaitu 11,27 gram dari ukuran umpan (feed)  $\leq 3$  cm, percobaan keempat mendapatkan bullion rata-rata 11,46 gram dari ukuran umpan  $\leq 2$  cm dan percobaan kelima dengan ukuran umpan  $\leq 1$  mendapatkan hasil bullion rata-rata 12,28 gram. Kemudian ditambahkan juga bahwa 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.

Supriadjaja, Achdia (2006), memaparkan bahwa pada hasil percobaan laboratoriumnya bertujuan untuk mempelajari sifat mineral dalam bijih terhadap kelarutan emas, dengan menggunakan 8 sampel batuan emas masing-masing 1.000 gram diambil dari setiap lokasi yang berbeda di Sukabumi Selatan, yaitu batuan emas Cikotok, Cimanggu-1, Cimanggu-2, Cimanggu-3, Cimulang, Cijiwa, Cijambrong, Pasir Manggu Timur. Hasilnya menunjukkan bahwa keberhasilan pelindian emas dengan sianidasi cenderung dipengaruhi oleh perilaku kelarutan logam lain seperti tembaga (Cu), besi (Fe), dan seng (Zn) yang mengkonsumsi sebagian besar oksigen dan sianida yang disediakan, dan berakibat pada terhambatnya proses sianidasi, sehingga akan melibatkan aneka ragam reaksi samping. Dengan hasil perolehan emas terbesar dari batuan emas Cikotok sebesar 85,3 %, 

sebaliknya perolehan emas lebih kecil dari 80 % pada bijih dari Cimulang, Cimanggu-1, Cimanggu-2, Cimanggu-3, Cijiwa, Cijambrong, Pasir Manggu Timur. Dapat dikatakan bahwa kelarutan emas (Au) tergantung kepada tipe dan jumlah unsur pengotor yang larut.

Mulyasuryani, dkk (2012), memaparkan bahwa karbon aktif merupakan adsorben yang bersifat non polar, sehingga lebih mudah mengadsorpsi molekul yang bersifat non polar. Oleh karena itu emas hasil pelindihan yaitu emas terluruh sianida dapat di *recovery*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, diperoleh bahwa waktu penyiraman pada pengolahan emas metode *heap leaching* masih bervariasi dan belum diperoleh data pasti berapa waktu ideal yang dibutuhkan oleh emas untuk terluruh optimal dalam setiap *recovery* pengolahannya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa lebih lanjut dengan melakukan suatu percobaan langsung tentang waktu penyiraman pada pengolahan emas metode *heap leaching*, serta kondisi-kondisi pengolahan yang perlu diperhatikan. Selain itu akan digunakan juga variabel-variabel lain yang telah diuji dalam penelitian terdahulu sebagai acuan dasar pada topik penelitian kali ini.

## 2.2 Emas

Emas merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Au (bahasa latin: '*aurum*') dengan nomor atom 79 dan logam transisi (trivalen dan univalen) yang lembek, mengkilap, berwarna 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.

### 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 :

#### a. Sifat Fisik Emas

1. Logam mulia berwarna kuning.
2. Logam yang bersifat lunak (dalam skala Mohs 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 K (1064.18 °C, 1947.52 °F).
8. Titik didih : 3129 K (2856 °C, 5173 °F).
9. Kalor peleburan : 12.55 kJ/mol.
10. Kalor penguapan : 324 kJ/mol.
11. Kapasitas kalor : (25 °C) 25.418 J/(mol·K)

b. 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*).

c. 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*).

### 2.3 Proses Penambangan Bijih Emas

Pada industri, emas diperoleh dengan cara mengisolasi dari batuan bijih emas (ekstraksi). Bijih emas dikategorikan dalam 4 kategori:

- a. Bijih tipis dimana kandungannya sebesar 0,5 ppm.
- b. Bijih rata-rata (*typical*) dengan mudah digali, nilai bijih emas khas dalam galian terowongan terbuka yakni kandungan 1-5 ppm.
- c. Bijih bawah tanah/*hardrock* dengan kandungan 3 ppm.
- d. Bijih nampak mata (*visible*) dengan kandungan minimal 30 ppm.

Menurut Greenwood dkk (1989), batuan bijih emas yang layak untuk dieksploitasi sebagai industri tambang emas, kandungan emasnya sekitar 25 g/ton (25 ppm). Dalam kajian geologi, emas dapat ditemukan pada 3 lokasi/tipe. Pertama adalah emas yang terdapat dari pembekuan langsung secara cepat dari magma dalam perut bumi. Kedua, emas terbentuk dari celah epithermal yang kemudian membeku. Ketiga emas terbentuk akibat pengikisan dari batuan epithermal maupun hydrothermal yang kemudian terendapkan pada daerah aliran sungai.

Implementasi dari ketiga jenis penemuan emas di atas, dalam dunia pertambangan mengenal dua metode eksplorasi tambang, pertama metode tambang bawah tanah (*underground mining*) dan kedua metode tambang terbuka (*surface mining*). Kedua metode penambangan emas tersebut sangat dipengaruhi oleh karakteristik cebakan emas. Berdasarkan proses terbentuknya, endapan emas dikategorikan menjadi 2 tipe yaitu :

1. Endapan primer/cebakan primer, pada umumnya 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 kwarsa.
2. Endapan plaser/cebakan sekunder, ditemukan dalam bentuk emas aluvial yang terbentuk karena proses pelapukan terhadap batuan-batuan yang mengandung emas. 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*).

Cebakan emas primer dapat ditambang secara tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Sementara cebakan emas sekunder umumnya ditambang secara tambang terbuka. Beberapa karakteristik dari bijih tipe *vein* yang mempengaruhi teknik penambangan antara lain :

- a. Komponen mineral atau logam tidak tersebar merata pada badan urat.
- b. Mineral bijih dapat berupa kristal-kristal yang kasar.
- c. Kebanyakan urat mempunyai lebar yang sempit sehingga rentan dengan pengotoran (*dilution*).
- d. Kebanyakan urat berasosiasi dengan sesar, pengisi rekahan, dan zona geser (regangan), sehingga pada kondisi ini memungkinkan terjadinya efek *dilution* pada batuan samping.
- e. Perbedaan *assay* (kadar) antara urat dan batuan samping pada umumnya tajam, berhubungan dengan kontak dengan batuan samping, impregnasi pada batuan samping, serta pola urat yang menjari (bercabang).
- f. Fluktuasi ketebalan urat sulit diprediksi, dan mempunyai rentang yang terbatas, serta mempunyai kadar yang sangat *erratic* (acak/tidak beraturan) dan sulit diprediksi.
- g. Kebanyakan urat relatif keras dan bersifat *brittle*.

Dengan memperhatikan karakteristik tersebut, metode penambangan yang umum diterapkan adalah tambang bawah tanah dengan metode *Gophering*, yaitu suatu cara penambangan yang tidak sistematis, tidak perlu mengadakan persiapan-persiapan penambangan (*development works*) dan arah penggalian hanya mengikuti arah larinya cebakan bijih. Oleh karena itu

ukuran lubang (*stope*) juga tidak tentu, tergantung dari ukuran cebakan bijih di tempat itu dan umumnya tanpa penyanggaan yang baik. Cara penambangan ini umumnya tanpa penyangga yang memadai dan penggalian umumnya dilakukan tanpa alat-alat mekanis.

Metode tambang emas seperti ini umum diterapkan di berbagai daerah operasi tambang rakyat di Indonesia, seperti di Ciguha, Pongkor-Bogor; Gunung Peti, Cisolok-Sukabumi; Gunung Subang, Tanggeung-Cianjur; Cikajang-Garut; Cikidang, Cikotok - Lebak; Cineam - Tasikmalaya; Kokap - Kulonprogo; Selogiri - Wonogiri; Paningkaban - Banyumas; Bendungan - Trenggalek; Punung - Pacitan; Tatelu - Manado; Batu Gelas, RataTotok - Minahasa; Bajuin - Tanah Laut; Perenggean - Palangka Raya; Ketenong - Lebong; Sekotong - Lombok; Olat Labaong' Lape - Sumbawa; Gunung Butak, Pulau Buru - Maluku; Gunung Ujeun, Krueng Sab - Aceh Jaya; Suwawa - Bone Bolango, Gorontalo; dan lain-lain.

Proses tambang emas yang dilakukan dalam penambangan metode *underground* skala tambang rakyat antara lain:

- Pembangunan lubang masuk ke tambang.

Lubang masuk dibuat sangat sederhana dengan diameter umumnya hanya dapat untuk akses 1 orang saja.

- Pembangunan akses menuju badan bijih.

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

- a. Menggunakan *drift* (lubang masuk horizontal, menembak), jika lokasi badan bijih relatif sejajar dengan jalan masuk utama.
- b. Menggunakan *shaft* (lubang masuk vertikal, nyumur), 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. Lubang masuk tersebut dibuat tanpa penyangga atau hanya dengan penyangga sederhana untuk daerah yang diperkirakan rawan runtuh.

- Penggalian bijih emas

Penggalian bijih emas dilakukan dengan mengikuti arah kemenerusan bijih. Alat yang dipakai untuk keperluan pemberaian batuan berupa alat gali manual, seperti belincong.

- Pengangkutan bijih emas

Yaitu dari dalam tambang menuju ke luar tambang dilakukan secara manual, jalur pengangkutan menggunakan jalan masuk utama. Khusus akses menggunakan *shaft*, pengangkutan dibantu dengan sistem katrol.

Penambangan metode *underground* yang baik dilakukan dengan ketentuan:

1. Jalan masuk menuju urat bijih emas harus dibuat lebih dari satu buah, dan dapat dibuat datar/horizontal, miring/*inclined* maupun tegak lurus/vertikal sesuai dengan kebutuhan.

2. Ukuran jalan masuk dapat disesuaikan dengan kebutuhan, disarankan diameter  $> 100$  cm.
3. Lokasi jalan masuk berada pada daerah yang stabil (kemiringan  $< 30^\circ$ ) dan diusahakan tidak membuat jalan masuk pada lereng yang curam.
4. Lubang bukaan harus dijaga dalam kondisi stabil/tidak runtuh, bila diperlukan dapat dipasang suatu sistem penyanggaan yang harus dapat menjamin kestabilan lubang bukaan (untuk lubang masuk dengan kemiringan  $> 60^\circ$  disarankan untuk selalu memasang penyangga).
5. Kayu penyangga yang digunakan disarankan kayu kelas 1 (kayu jati, kihiang, rasamala, dll). Ukuran diameter/garis tengah kayu penyangga yang digunakan disarankan tidak kurang dari 7 cm. Jarak antar penyangga disarankan tidak lebih dari  $0,75 \times$  diameter bukaan (tergantung kelas kayu penyangga yang digunakan dan kekuatan batuan yang disangga).
6. Sirkulasi udara harus terjamin sehingga dapat menjamin kebutuhan minimal  $2 \text{ m}^3/\text{menit}$ , bila perlu dapat menggunakan blower/kompresor untuk men-*supply* kebutuhan oksigen ke dalam lubang.
7. Disekitar lubang masuk dibuat paritan untuk mencegah air masuk, dan paritan diarahkan menuju ke kolam pengendap dengan pengendapan dilakukan bertahap, bila perlu dapat menggunakan pompa air *submersible* untuk membuang genangan air dari dalam lubang.

## 2.4 Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memisahkan mineral berharga dari mineral pengotornya melalui beberapa tahap. Diantaranya terdapat beberapa proses sebagai berikut:

### 2.4.1 Kominusi

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/meremukan dan kemudian mengerus bongkahan-bongkahan batuan tersebut. Pengecilan ukuran adalah proses industri dalam pemecahan batuan secara mekanis yang dilakukan dalam 2 tahap yaitu:

#### 1. *Crushing* (peremukan)

Peremukan 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*.

## 2. *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:

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

Peralatan pengerusan yang dipergunakan adalah :

- 1) *Ball mill* dengan media penggerus berupa bola-bola baja atau keramik.
- 2) *Rod mill* dengan media penggerus berupa batang-batang baja.
- 3) *Semi autogenous mill* (SAG) bila media penggerusnya sebagian adalah bahan galian atau bijihnya sendiri.
- 4) *Autogenous mill* bila media penggerusnya adalah bahan galian atau bijihnya sendiri.

Adapun tujuan dari pengecilan ukuran tersebut yaitu:

1. 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).

2. Untuk membebaskan atau melepaskan mineral berharga dari ikatan mineral pengotornya (liberasi), menjadi butiran yang bebas sempurna (*free particle*).
3. Mempermudah pengangkutan/transportasi.

#### 2.4.2 Penyeragaman Ukuran

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. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melakukan sizing terhadap butiran-butiran mineral, misalnya: *laboratory sizing*, *screening*, *classifying* dan *hydrocyclon*.

##### 1. *Laboratory screening*

*Laboratory screening* dapat dilakukan dengan *screening* / sieving atau menyaring / mengayak, yaitu pemisahan butiran-butiran secara mekanis berdasarkan perbedaan ukurannya dengan saringan. *Sizing* di laboratorium dapat juga dilakukan dengan bantuan alat mikroskop (*microscope sizing*).

##### 2. *Industrial screening*

Prinsip *screening* atau penyaringan (pengayakan) adalah untuk meloloskan butiran yang lebih kecil melalui lubang saringan dan

menahan butiran yang lebih besar dari lubang saringan. Dalam hal ini material yang akan disaring (diayak) harus dibuat mengadakan kontak dengan lubang saringan agar butiran – butiran tersebut dengan kecepatan dan arah tertentu dapat menerobos lubang saringan tanpa hambatan, sedangkan butiran – butiran yang lebih besar tertahan diatas saringan. Butiran yang lolos dari saringan disebut *undersize* dan yang tertahan disebut *oversize*. Adapun tujuan dari penyaringan ini adalah untuk:

- a) Mencegah agar material yang sudah kecil ukurannya tidak ikut masuk kedalam alat *crusher*, sehingga dapat memperbesar kapasitas dan efisiensi alat *crusher*.
- b) Mencegah material kasar, masuk ke dalam tahap berikutnya dalam sirkulasi tertutup pada *crushing* dan *grinding operation*.
- c) Untuk mendapatkan produk dengan ukuran tertentu, sehingga sesuai untuk proses lebih lanjut (proses konsentrasi).
- d) Untuk mendapatkan produk ukuran tertentu sesuai dengan permintaan pasar, seperti untuk pembuatan jalan (*split*), *beton*, *Ballast* dan lain-lain.

### 3. *Clasification*

Untuk memisahkan butiran-butiran yang sangat halus sudah sangat sukar dilakukan dengan saringan, karena lubang-lubang saringan tertutup oleh butiran-butiran halus, sehingga tidak efisien lagi. Dalam hal demikian biasanya dapat dilakukan dengan *classifying*.

*Classifying* adalah metode pemisahan buriran-butiran mineral berdasarkan perbedaan kecepatan mengendap butiran-butiran tersebut dalam cairan. Kecepatan pengendapan ini tidak hanya tergantung pada ukuran butiran, tetapi juga berat jenis dan bentuk butiran. Dalam pengolahan bahan galian biasanya dipakai air sebagai media pemisah, maka prosesnya dalam keadaan basah, tetapi tidak tertutup kemungkinan penggunaan cairan lain atau mungkin juga pakai udara. Alat untuk proses *classifying* disebut *classifier*. Alat ini menghasilkan 2 produk, yaitu:

1. Butiran kasar paling cepat mengendap disebut sand, *underflow* atau *oversize*.
2. Bagian butiran yang halus lambat mengendap disebut *overflow* atau *slime*

Butiran-butiran yang cepat mengendap terkumpul dibawah, dikeluarkan dari bagian bawah alat berdasarkan gaya berat secara mekanis disebut *underflow*. Butiran-butiran yang lambat mengendap tetap berada dalam cairan dan dapat dikeluarkan dari bagian atas alat karena dorongan dari umpan baru yang dimasukkan disebut *overflow*.

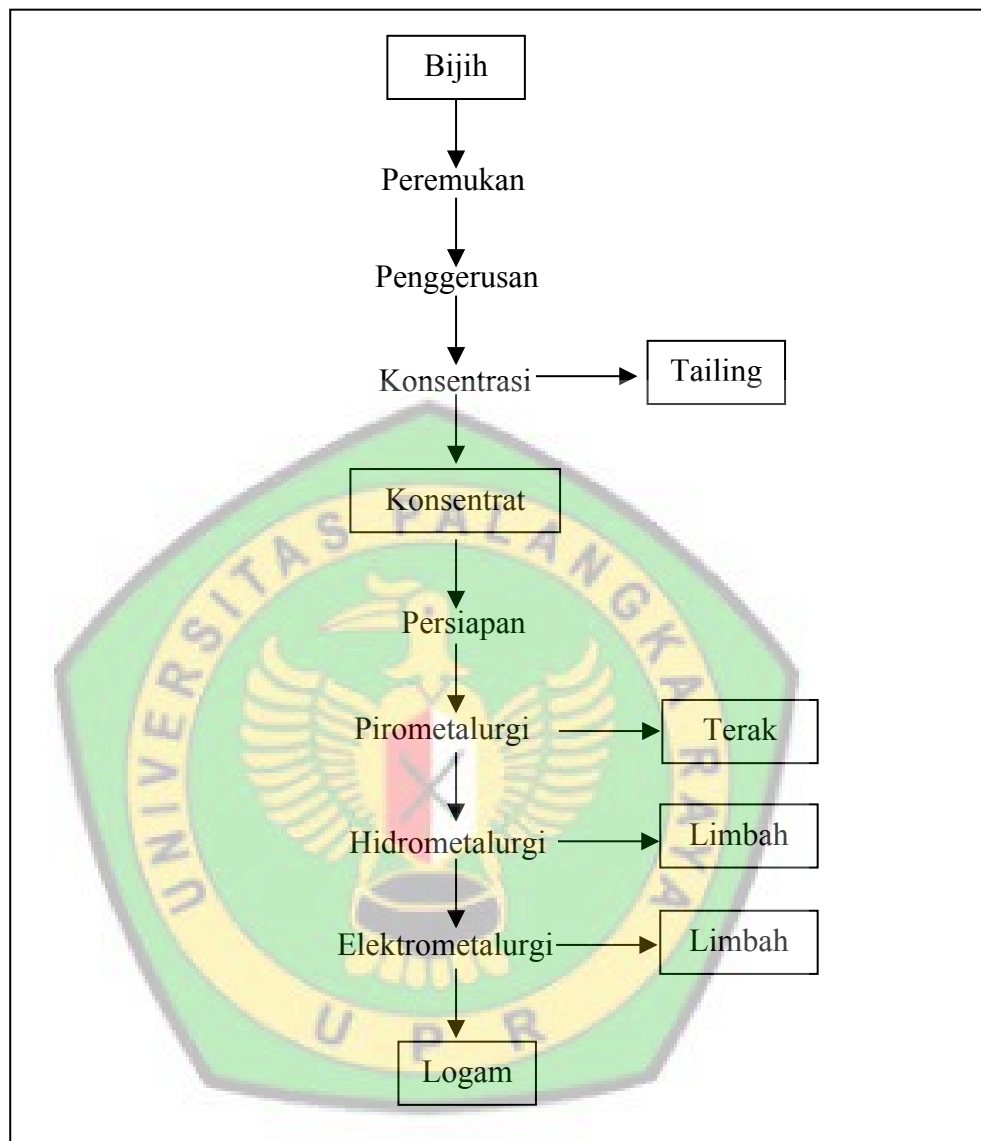
#### 4. *Hydrocyclon*

*Cyclon* merupakan alat mekanik yang sederhana dan bagian-bagian yang statis, bentuknya *cylindroconical*, yaitu bagian atasnya berbentuk silinder vertikal dan bagian bawah berbentuk kerucut (*conical*) dengan ukuran yang sangat bervariasi; perbandingan panjang dengan diameter yaitu 1-2 dan 8-9. Pada bagian atas yang berbentuk silinder (*cylindrical section*)

dihubungkan dengan pipa pemasukkan umpan secara tangensial dan sebelah atasnya ditutup dengan pelat yang dari bagian tengah, pelat dimasukkan pipa untuk pengeluaran *overflow*. Pipa pengeluaran overflow sedikit masuk kedalam *cyclon* disebut *vortex vinder*, gunanya untuk mencegah agar umpan yang masuk secara tangensial tidak dapat berhubungan langsung atau masuk ke dalam *overflow*. Bagian bawah berupa bejana berbentuk kerucut terbuka sebelah bawah tempat pengeluaran *underflow* yang disebut *apex*.

## 2.5 Ekstraksi Metalurgi

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. Adapun proses-proses dari ekstraksi metalurgi / ekstraksi logam itu sendiri antara lain adalah *pyrometallurgy* (proses ekstraksi yang dilakukan pada temperatur tinggi), *hydrometallurgy* (proses ekstraksi yang dilakukan pada temperatur yang relatif rendah dengan cara pelindian dengan media cairan), dan *electrometallurgy* (proses ekstraksi yang melibatkan penerapan prinsip elektrokimia, baik pada temperatur rendah maupun pada temperatur tinggi). Proses ekstraksi metalurgi secara umum dijelaskan pada gambar 2.1 dibawah:



(sumber: Arief S. Sudarsono, 2003:68)

Gambar 2.1 Gambaran Umum Proses Ekstraksi Metalurgi

## 2.6 Hidrometalurgi

Hidrometalurgi merupakan cabang tersendiri dari metalurgi. Secara harfiah hidrometalurgi dapat diartikan sebagai cara pengolahan logam dari batuan atau bijihnya dengan menggunakan pelarut berair (*aqueous solution*).

Hidrometalurgi memberikan beberapa keuntungan:

1. Bijih tidak harus dipekatkan, melainkan hanya harus dihancurkan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.
2. Polusi atmosfer oleh hasil samping pirometalurgi sebagai belerang dioksida, arsenik (III) oksida, dan debu tungku dapat dihindarkan.
3. Untuk bijih-bijih peringkat rendah (low grade), metode ini lebih efektif.
4. Suhu prosesnya relatif lebih rendah.
5. Reagen yang digunakan relatif murah dan mudah didapatkan.
6. 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* dan *non-toxic*), jadi tidak membahayakan alat dan operator.

## 2.7 Proses Sianidasi Bijih Emas

Logam emas sebagai logam mulia, artinya tidak teroksidasi di udara terbuka. Hanya dapat larut di dalam larutan *aqua regia* dan di dalam larutan *sodium cyanide*. Pelindian sianidasi merupakan suatu proses hidrometalurgi yang paling ekonomis dan hingga kini telah diterapkan pada berbagai pabrik pengolahan emas di dunia. Pelindian adalah proses pelarutan mineral berharga dari suatu bijih sedemikian rupa sehingga logam-logam berharga bisa terluruhkan dalam suatu pelarut. Pemilihan metode pelindian (*leaching*) sangat tergantung pada berbagai faktor diantaranya kadar umpan, kinetika pelindian, konsumsi reagen, jenis mineral yang terdapat di dalam umpan (*feed*), kapasitas pabrik yang diinginkan, biaya pengolahan. Ada beberapa metode pelarutan emas dengan sianida antara lain:

1. Metode *heap leaching*

Metode *heap leaching* (pelindian tumpukan) yaitu 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 tumpukan yang kedap kemudian dialirkan menuju tampungan karbon aktif.

## 2. *Vat leaching*

Metode *vat leaching* yaitu: pelindian emas yang dilakukan dengan cara merendam bijih emas (diameter < 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 (Lihat Gambar 2.2).



Ga

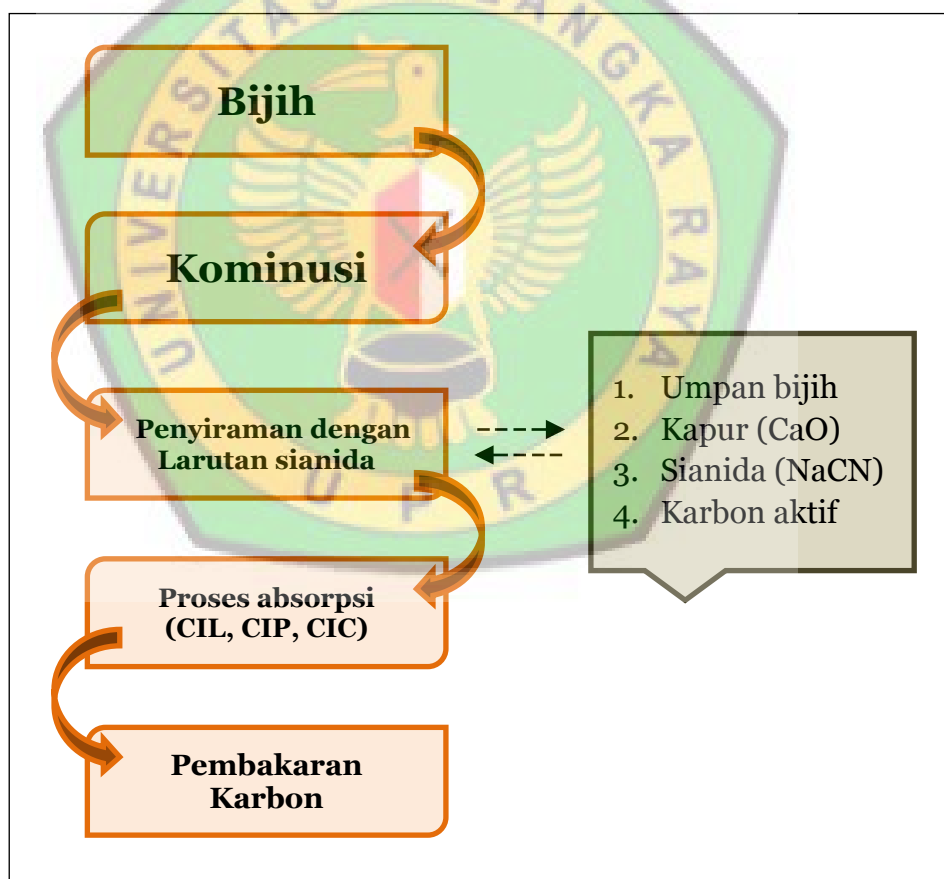
Gambar 2.2 Salah Satu Instalasi Pengolahan Metode *Vat Leaching*

## 3. *Agitated tank leached*

Metode pengolahan emas dengan *Agitated tank leach* adalah pelindian emas yang dilakukan di dalam tangki dimana udara tekan yang dialirkan dari atas tangki selain berfungsi sebagai oksidator juga berfungsi untuk mengaduk material lumpur di dalam tangki. Agar dapat mengekstraksi emas sampai pada tingkat sekitar 95% biasanya dipakai beberapa tangki.

Di dalam bijih ditambahkan sejumlah tertentu *sodium cyanide* (NaCN) berfungsi sebagai pelarut emas dan perak untuk pelindian, sedangkan kapur tohor dan NaOH untuk menaikkan dan mengatur kondisi pada pH 10-11, kemudian air digunakan untuk meluruhkan padatan sianida dan untuk mencuci ampas (*tailing*) sisa sianidasi (gambar 2.3). Untuk menghitung persen solid digunakan rumus:

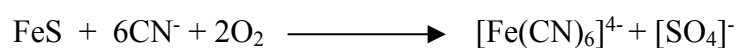
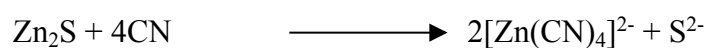
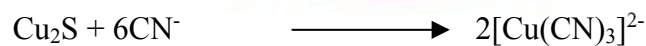
$$\text{Persen solid} = \frac{\text{Berat umpan}}{\text{Berat total}} \times 100 \%$$



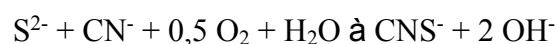
Gambar 2.3 Bagan Alir Sederhana Proses Sianidasi Bijih Emas

Selama proses sianidasi terdapat beberapa parameter tetap yang harus diperhatikan karena akan mempengaruhi perolehan hasil ekstraksi selain

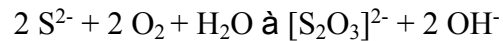
variabel yang dibuat berubah, diantaranya adalah kebasaaan yang harus dipertahankan pada pH 10-11 saat proses sianidasi. Untuk menaikkan pH digunakan kapur tohor dan NaOH. Hal ini kaitannya dengan reaksi-reaksi yang terjadi selama proses sianidasi. Jika pH lebih kecil dari angka 10 maka gas HCN yang terbentuk akan semakin banyak akibat hidrolisis ion sianida dengan air yang ditunjukkan reaksi,  $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCN} + \text{OH}^-$  sedangkan gas HCN tidak mempunyai kemampuan untuk meluruhkan emas (Au) sehingga hasil *recovery* emas akan turun. Sama halnya jika pH lebih besar dari angka 11, *recovery* emas akan turun yang kemungkinan diakibatkan oleh terbentuknya peroksida  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang akan menurunkan kelarutan emas di dalam larutan sianida. Pada umumnya, endapan emas berasosiasi atau berikatan dengan 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 ( $\text{ZnS}$ ). Mineral-mineral logam ini umumnya akan ikut terluruh ke dalam larutan sianida, sedang mineral pengotor kuarsa tidak larut ke dalam larutan sianida.



Ion sulfida yang terbentuk selain akan bereaksi dengan oksigen membentuk tiosiamat yang tidak mempengaruhi kelarutan emas:



Juga akan teroksidasi menjadi thiosulfat:



Reaksi-reaksi di atas menunjukkan bahwa adanya mineral pengotor dapat memperlambat kecepatan pelarutan. Apabila terbentuk ion sulfida maka dapat ditambahkan garam Pb seperti Pb oksida, Pb nitrat, atau Pb asetat sebelum proses sianidasi yang akan mengendapkan ion sulfida dalam bentuk Pb sulfida yang tidak larut di dalam air.

## 2.8 *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° 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 terluruh 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.  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAu}(\text{CN})_2 + \text{NaOH}$  (Persamaan Elsener dan Adamson).
2.  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAu}(\text{CN})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$  (Persamaan Adamson).

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

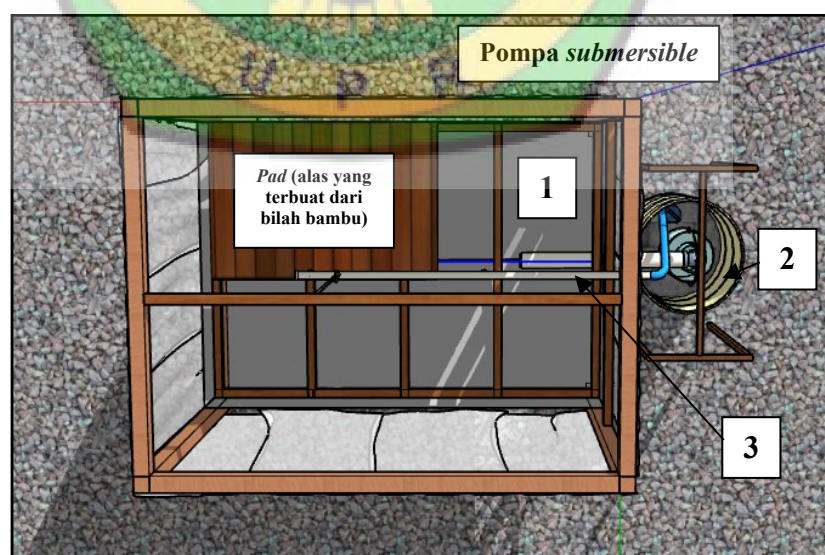
tradisional biasanya karbon yang sudah terisi emas kompleks langsung dibakar, debu dari hasil pembakaran karbon tersebut kemudian diambil untuk dilebur. Logam yang terkandung langsung dapat dimurnikan.

## 2.9 Instalasi Pengolahan Metode *Heap Leaching*

Kegiatan pengolahan bijih emas di Desa Kertajaya menggunakan proses sianidasi dengan metode pelindian tumpukan (*Heap leaching*). 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

Bak pelindian diberi pembatas (*pad*) antara batuan bijih sebagai umpan dengan larutan kayanya (filtrasi), dalam hal ini digunakan bilah bambu sebagai penyaringnya, namun desain sederhananya dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Desain Kolam Pengolahan *Heap Leaching* Tampak Atas

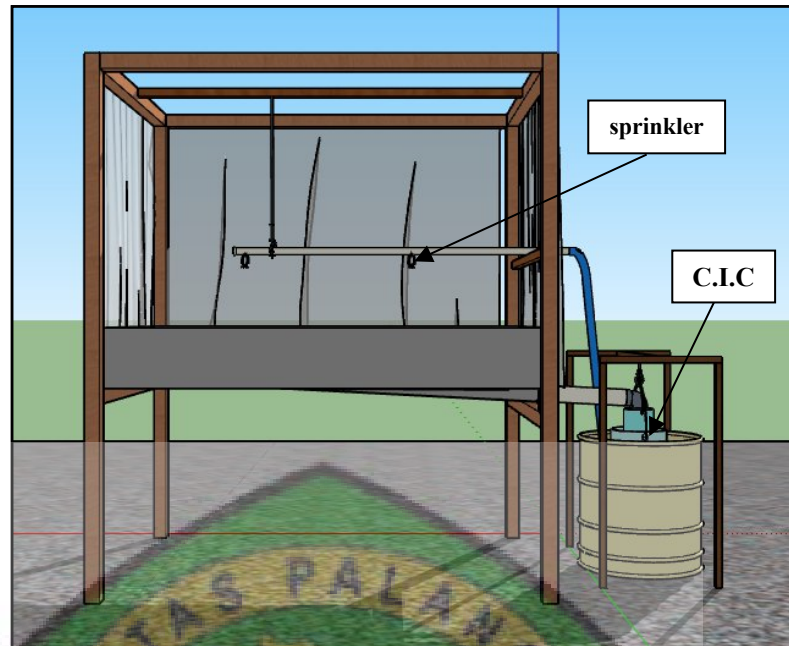
1) *Leaching pad* : bak pelindian umpan bijih emas.

- 2) *Pregnant solution pond* : kolam penampungan larutan kaya.
- 3) *Sprinkler cyanide* : alat penyiraman yang mengalirkan larutan kaya dari kolam penampungan larutan kaya (*Pregnant solution pond*) ke dalam bak material dan disiramkan pada umpan (*feed*).

Bagian-bagian dari *sprinkler cyanide* adalah:

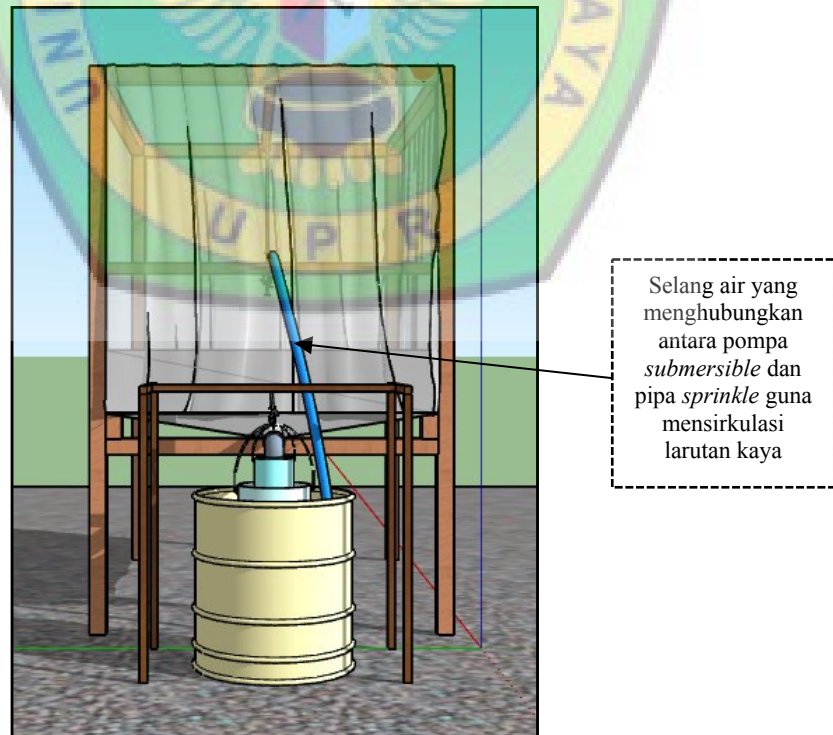
1. Pompa submersible berfungsi untuk menyerap air pada kolam penampungan larutan kaya dan sekaligus mendorong air tersebut menuju *leaching pad* (sirkulasi).
  2. Selang berfungsi untuk menghubungkan pompa *submersible* dengan paralon.
  3. Paralon dan *sprinkler* berfungsi untuk menyiramkan air larutan kaya ke umpan.
  4. 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

Media pengolahan *heap leaching* dibuat dengan diselimuti oleh plastik di sekelilingnya agar terhindar dari limpahan air dari luar maupun angin yang dapat mengganggu proses sirkulasi larutan kayanya. Dan digunakan terpal untuk atapnya agar terlindung dari cuaca buruk (hujan) yang setiap saat dapat turun. (lihat Gambar 2.5)



Gambar 2.5 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 2.6 Desain Kolam Pengolahan *Heap Leaching* Tampak Depan

Proses pelindian sianidasi dilakukan dengan bantuan *sprinkler* air dengan mekanisme penyemprotan menyebar, agar larutan kaya dapat menjangkau seluruh batuan bijih umpan, sehingga semua kandungan umpannya dapat terekstraksi dengan baik dan rata. (lihat Gambar 2.6)



Gambar 2.7 Metode Pengolahan Bijih Emas *Heap Leaching* saat Instalasi

## 2.10 Proses *Carbon In Column*, *Carbon In Pulp* dan *Carbon In Leach* (Proses Adsorpsi)

Di dunia ekstraksi logam emas dikenal bermacam-macam metode untuk mengadsorpsi logam emas yang telah larut di dalam larutan sianida. Keseluruhan proses adsorpsi-desorpsi ini melibatkan tahap-tahap berikut :

1. Adsorpsi senyawa emas sianida kompleks oleh karbon.
2. Pencucian untuk mengeluarkan larutan terjebak.
3. Desorpsi, biasanya menggunakan larutan 0,2 % NaCN dan 1 % NaOH pada 90° C.

4. Pencucian asam untuk mengeluarkan presipitat  $\text{CaCO}_3$ .
5. Pencucian karbon dengan air untuk membebaskan dari larutan yang terjebak.
6. *Dewatering*, aktivasi dengan cara pemanasan pada  $700^\circ\text{C}$  selama 30 menit tanpa udara, kemudian *quenching*, dan *recycling*.

Berdasarkan tahapan diatas maka ada dua faktor yang mempengaruhi pemilihan proses adsorpsi, (CIC,CIL dan CIP), yaitu:

1. Sifat filtrasi materialnya.
2. Ada atau tidaknya senyawa organik di dalam bijih

#### **2.10.1 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*.

#### **2.10.2 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.

### **2.10.3 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).

## 2.11 Recovery

Pada proses pengolahan bahan galian perlu dilakukan pengawasan terhadap operasinya 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. 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*.

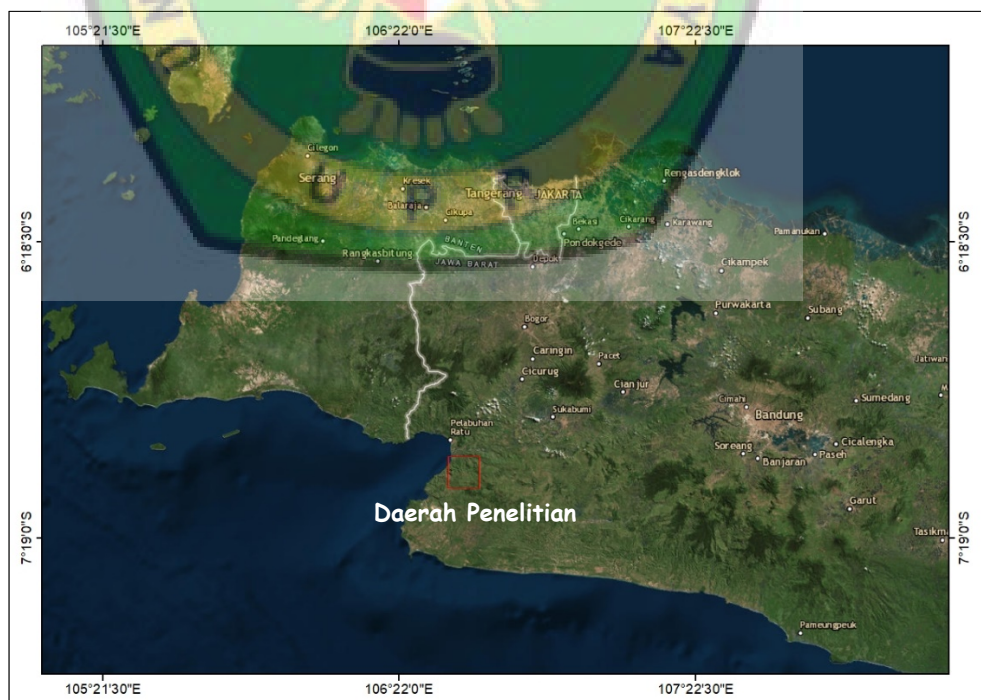
$$\text{Recovery} = \frac{\text{Berat logam emas hasil}}{\text{Au dalam umpan}} \times 100 \%$$

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 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  $106^{\circ}35'$  BT dan  $7^{\circ}01'$  LS 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 (lihat gambar 3.1).



Sumber: *ESRI DigitalGlobe ArcGIS*

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian Sukabumi

Lokasi penelitian dapat dicapai dari Kota Bandung dengan jarak  $\pm$  170 km, dapat ditempuh melalui jalur darat dengan menggunakan kendaraan roda empat dan roda dua melalui rute Bandung - Sukabumi dan dilanjutkan ke daerah Palabuhan Ratu - Simpenan. Kemudian dari Tangerang (Bandara Soekarno Hatta) dapat ditempuh menuju Kota Bogor dengan jarak 85 km selama 2 jam, dan berlanjut ke lokasi penelitian ditempuh melalui jalur darat berjarak 106 km (Simpenan, Sukabumi). Untuk mencapai titik-titik lokasi penambangan dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua, serta ada yang merupakan jalan perkampungan. Lokasi pengambilan sampel dan kegiatan penambangan berada pada lokasi Tanjakan Geusik, Desa Kertajaya.

## **3.2 Keadaan Geologi dan Topografi**

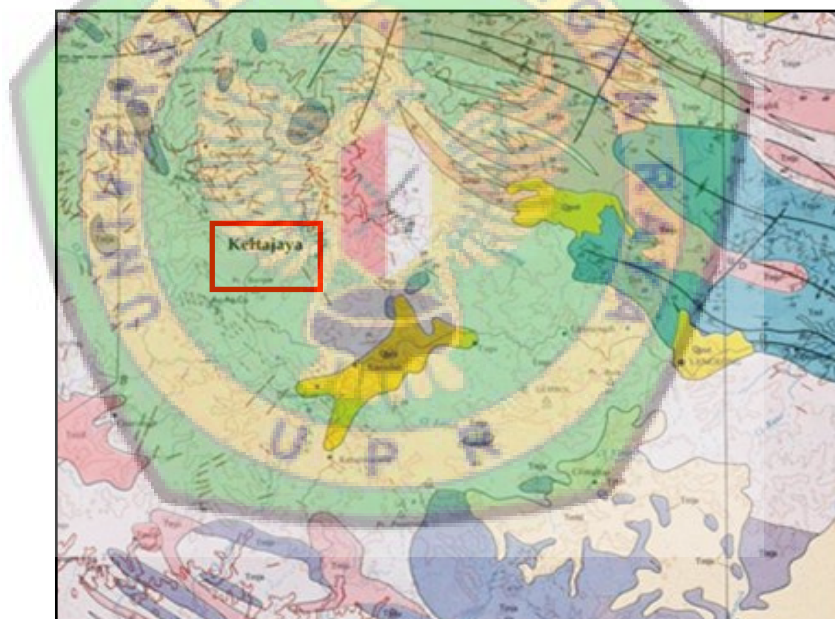
### **3.2.1 Geologi Umum**

Secara geologis daerah Kertajaya termasuk ke dalam Formasi Jampang Tmjv (Sukamto, 1975) sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3.2. Formasi Jampang terdiri atas batuan hasil kegunungapian bawah laut berbutir halus hingga sangat kasar yang berumur Miosen Bawah. Formasi Jampang terdiri dari dua bagian, yaitu formasi Jampang bagian bawah dan bagian atas.

Formasi Jampang bagian bawah, terdiri dari napal tufaan yang mengandung Globigerina, batupasir tufa dan breksi tufa gampingan dengan komposisi andesitik dan basaltik. Formasi Jampang bagian atas ke bagian bawahnya terdiri dari batupasir tufa yang berumur Miosen Bawah. Sedangkan ke bagian sebelah atasnya lagi terdiri dari endapan vulkanik. Formasi Jampang bagian atas ini berkembang sangat baik di daerah Gunung Hanjuang

(Sumarto,1985). Urat-urat kuarsa yang membawa bijih emas dan sebagainya menempati formasi ini.

Formasi Jampang mengalami proses pelipatan yang disebabkan oleh gaya kompresi, adanya gaya kompresi menimbulkan sesar mendatar dengan arah sekitar  $N30^{\circ}E$  dan  $N320^{\circ}-355^{\circ}E$ . Berdasarkan percontoh urat kuarsa yang mengandung logam yang diteliti dengan mikroskopik bijih, ditemukan emas berukuran halus - sedang yang terletak di dalam atau mengisi (*cavity fillings*) retakan atau batas kristal-kristal pirit dan masa dasar kuarsa (Indarto dr., 1987).



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Desa Kertajaya pada Peta Geologi

Endapan bijih emas primer terdiri atas zona urat hasil pengisian retakan oleh larutan hidrotermal (*fracture filling vein*) dan zona urat hasil pengisian rekahan (*fissure filling vein*) urat umumnya berupa *veinlet*. Antara daerah Lengkung dan Jampang Kulon merupakan salah satu dari pusat-pusat erupsi vulkanik Jampang. Breksi kasar berselang-seling dengan andesit massif dan

aliran lava basalt yang telah berubah oleh hidrotermal seperti kuarsa sekunder, klorit, serisit, kaolin, epidotit, zeolit, dan pirit. Arah urat-urat kuarsa umumnya menunjuk ke arah barat laut-tenggara dengan beberapa mengandung bijih emas dan perak.

### 3.2.2 Topografi dan Morfologi

#### 1. Topografi

Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi merupakan daerah perbukitan bergelombang mempunyai topografi rata-rata yaitu 750-1200 m dpl, dengan kemiringan lereng di beberapa daerah cukup curam pada kisaran antara  $30^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ . Peta topografi daerah penelitian yang berdasarkan interval sama dengan 5 dan tanda pada setiap konturnya dapat disimpulkan bahwa, ada beberapa daerah curam karena jarak garis konturnya rapat. Dan di daerah yang agak curam dicirikan dengan kerapatan jarak kontur yang sedang. Sedangkan pada jarak konturnya yang renggang mencirikan daerah yang relative landai.

#### 2. Morfologi

Informasi utama yang dimuat dalam peta morfologi versi ITC (Verstappen dan Zuidam, 1975) adalah unit bentuklahan genetik utama. Unit bentuk lahan genetik utama ditunjukkan dengan warna atau diberi ditanda satu huruf kapital. Unit bentuk lahan genetik utama dibedakan menjadi delapan kategori dengan simbol pada tabel 3.1 yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.1

Unit bentuk lahan genetik utama daerah perencanaan

<b>Unit Bentuk Lahan</b>	<b>Simbol Warna</b>	<b>Simbol HP</b>
Asal proses struktural	Ungu	S
Asal proses vulkanik	Merah	V
Asal proses denudasional	Coklat	D
Asal proses fluvial	Biru tua	F
Asal proses marine	Hijau	M
Asal proses glasial	Biru muda	G
Asal proses eolin	Kuning	A
Asal proses pelarutan	Oranye	K

Sumber: <http://hesipramidita.blogspot.co.id/2013/09/peta-geologi-dan-geomorfologi.html>

Kemudian peta morfologi menyajikan keterangan satuan geomorfologi yang meliputi satuan warna, slope (kelas lereng) dan beda tinggi daerah perencanaan. Pada daerah penelitian merupakan daerah perbukitan yang bergelombang dan cenderung curam. Desa Kertajaya juga sering mengalami bencana longsor akibat tanah yang mudah terkikis aliran air dari air hujan maupun dari sumber airhal-hal tersebut tersaji dalam tabel 3.2 yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.2

## Keterangan satuan morfologi

Kelas Lereng	Beda Tinggi	Sifat-sifat proses dan kondisi alamiah	Warna
0 - 2° (0 - 2%)	45 m	Datar hingga hampir datar	Hijau
2 - 4° (2 - 7%)	40 m	Agak miring; Gerakan tanah kecepatan rendah, erosi lembar dan erosi alur (rawan erosi	Hijau Muda
4 - 8° (7 - 15%)	50m	Miring; tetapi dengan besaran yang lebih tinggi. Sangat rawan erosi tanah.	Kuning
8 - 16° (15 - 30%)	60m	Agak curam; Banyak terjadi gerakan tanah, dan erosi, terutama longsoran yang bersifat nendatan.	Jingga
16 - 35° (30 - 70%)	65m	Curam; Proses denudasional intensif, erosi dan gerakan tanah sering terjadi.	Merah Muda
35 - 55° (70 - 140%)	75m	Sangat curam; Batuan umumnya mulai tersingkap, proses denudasional sangat intensif	Merah

Secara stratigrafi batuan tertua yang tersingkap didaerah ini ialah batuan dari formasi Ciletuh yaitu terdiri dari batupasir kuarsa, serpih, dan batu sabak diatasnya tidak secara selaras ditutupi oleh batupasir kuarsa dari formasi walat (oligosen). Tidak selaras diatas formasi walat diendapkan batuan dari formasi Rajamandala (oligosen), terdiri dari konglomerat, batupasir, kuarsa, batu lempung dan napal. Selaras diatasnya terdapat satuan batuan formasi Jampang (miosen bawah), terdiri dari anggota lava andesit – basalt, anggota tufa dan anggota breksi bersisipan lava (lihat gambar 3.3).

Secara selaras formasi Jampang ditutupi oleh formasi lengkung (miosen), batuan nya terdiri dari batupasir gampingan, lempung dan napal. Formasi Cimandiri (miosen) menindih formasi lengkung secara selaras, batuan nya terdiri dari batupasir glaukonit, lempung dan napal pasiran, batu gamping bersisipan napal. Tidak selarasnya diatas formasi Cimandiri. Diendapkan batuan formasi Besar (miosen atas), yang terdiri dari breksi tua bersisipan batupasir, batulempung, tufaan dan lava andesit. Selaras diatasnya diendapkan batuan formasi Bentang (miosen atas) terdiri dari batupasir tufaan, napal tufaan dan breksi. Di atasnya secara selaras terdapat batuan gunung api berumur pliosen, terdiri dari breksi, breksi tufaan berbatuapung dan batupasir tufaan. Batuan – batuan tersebut diatas ditutupi secara tidak selaras oleh endapan batuan gunung api kuarter yang berasal dari Gunung Pangrango, Gunung Salak, Gunung Gede. Sedangkan batuan yang termuda ialah endapan alluvium yang terdiri dari pasir, kerikil, kerakal dan lempung.

UMUR	VAN BEMMELEN (1949)		SUKAMTO (1975)	
	JAMPANG		JAMPANG	
HALOSEN	Aluvium		Aluvium	
PLEISTOSEN	Endapan volk muda		Endapan undak muda	Batuan Gn api
	Endapan volk tua		Endapan pantai	Endapan undak tua
PLIOSEN	Endapan vulk, napal & lempung		Formasi bentang, bagian atas	
MIOSEN ATAS	Seri	Atas	Formasi Cibodas	Formasi bentang, bagian bawah
	bentang	Bawah		
	"Beser beds"		Lapisan lempung kadupangak	Fm Beser
MIOSEN TENGAH	Cimandiri Cmple	Nyalindung Beds	Anggota Cikondang	
		Batugamping	Anggota Bojonglopan daripada Formasi Cimandiri	
	"Seri Ciendeng"		Formasi Cimandiri	Formasi Lengkong
MIOSEN BAWAH	Sen Jampang	Atas	Fm Cikarang	Formasi Jampang
		Bawah	Anggota Ciseureuh	
OLIGOSEN	"Citarate Beds"			

Sumber: Van Bemmelen, 1949 & Sukamto (1975)

Gambar 3.3 Korelasi Stratigrafi Daerah Jampang; Van Bemmelen (1949) dan Sukamto (1975)

### 3.3 Kondisi Endapan

Cebakan bijih emas di daerah penelitian berupa cebakan emas primer yang berbentuk jalur urat kuarsa. Jenis batuan pengapit yang merupakan *hanging wall* dan *footwall* daripada urat kuarsa tersebut adalah breksi. 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 khlorit.

### **3.4 Tata Laksana Penelitian**

#### **3.4.1 Metode Pengambilan Data**

Metode yang digunakan oleh penulis dalam pengambilan data pada penelitian ini antara lain:

1. Tahap observasi

Pada tahap ini, beberapa kegiatan dilakukan dengan cara peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan terkait topik penelitian dan pengenalan kondisi kerja serta aktifitas yang akan berlangsung selama penelitian. Pengamatan dilakukan melalui kunjungan terhadap pengolahan emas warga sekitar penelitian guna mengetahui proses kerja yang dilakukan pada metode *heap leaching*.

2. Tahap tinjauan pustaka

Tahap ini berisi tentang pengumpulan referensi dan literatur seputar pengolahan emas, terutama metode *heap leaching*, penelitian tedahulu terkait variabel-variabel yang pernah digunakan pada percobaan pengolahan emas metode *heap leaching*.

### 3. Tahap wawancara

Untuk tahap wawancara/*interview* sendiri dilakukan di lapangan dengan mendapatkan informasi dari pelaku penambang emas tradisional dan pengolah emas heap leaching yang berhubungan dengan topik penelitian, serta berkonsultasi dengan pembimbing lapangan terkait teknis pengerjaan metode *heap leaching*.

#### 3.5.2 Metode Analisis Data

Adapun metode penelitian untuk menganalisis data yang digunakan oleh penulis adalah sebagai berikut:

##### 1. Metode kuantitatif

Metode ini bersifat induktif, objektif dan diperoleh berupa angka – angka atau pernyataan yang dinilai. Penelitian ini merupakan kuantitatif yang bersifat komparatif karena dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara beberapa variabel kondisi pengolahan guna mengetahui pemecahan masalah yang efektif.

##### 2. Metode deskriptif

Sedangkan penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Penelitian deskriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan untuk menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat. Teknik penelitian yang digunakan adalah observasi, inventarisasi data, dokumentasi, dan wawancara.

Jenis data yang dikumpulkan dan digunakan dalam bentuk data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat dari hasil orientasi di lapangan, sedangkan data sekunder merupakan dokumen-dokumen penunjang dalam penyusunan laporan skripsi kedepan.

#### A. Data primer

- 1) Mengambil data kadar Au dalam umpan bijih emas, saat pengolahan, larutan kaya, serta kadar Au dalam *tailing*.
- 2) Mengambil data XRD bijih emas pada daerah penelitian, yaitu berupa data mineralogi apa saja yang terdapat pada batuan sebagai material utama dalam pengolahan emas *heap leaching*.
- 3) Mengolah semua data yang telah terkumpul dengan membandingkan tingkat perolehan *recovery* yang didapat pada setiap percobaan pengolahan.

#### B. Data sekunder

- 1) Peta geologi regional
- 2) Peta geologi daerah penelitian
- 3) Peta kesampaian daerah
- 4) Stratigrafi
- 5) Kondisi endapan daerah penelitian

### 3.5.3 Prosedur Pengambilan dan Analisis Data

Terdapat beberapa tahap yang melalui beberapa prosedur sebagai berikut:

a. Studi literatur

Yaitu melakukan pengumpulan referensi di perpustakaan dan sumber referensi lainnya yang berkaitan dengan pengolahan emas, terutama metode *heap leaching*, penelitian terdahulu terkait variabel-variabel yang pernah digunakan pada percobaan pengolahan emas metode *heap leaching*. Literatur yang digunakan berasal dari buku, modul, jurnal penelitian, prosiding, laporan ilmiah, internet, serta makalah-makalah yang berhubungan dengan penelitian.

b. Kegiatan studi lapangan

Merupakan pengamatan langsung di lapangan terhadap teknis pengolahan emas oleh warga sekitar tambang dan kegiatan penambangannya sendiri. Pengambilan data nya sendiri dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap bijih emas pada metode *heap leaching* dengan menggunakan variasi waktu perendaman pada setiap percobaan pengolahan serta juga memperhatikan kondisi pada saat reaksi sedang berlangsung. Kemudian juga melakukan Tanya jawab dengan warga sekitar penambangan yang juga mengolah batuan bijih emas tersebut terkait topik penelitian.

c. Pengelompokan data

Data yang diperoleh dari hasil studi literatur dan studi lapangan, kemudian dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil peneliti di lapangan dan data yang sudah

diolah. Sedangkan data sekunder adalah data penunjang yang didapat peneliti dari literatur serta instansi yang terkait dengan penelitian.

d. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan keluaran hasil pengujian metode *heap leaching* berupa produk karbon aktif, larutan kaya dan *tailing*. Berikut variabel-variabel yang digunakan pada saat pengolahan metode *heap leaching* penelitian :

- i. Variabel tetap pada pengujian antara lain: jenis bijih (umpan), 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).
- ii. Variabel tidak tetap yaitu waktu perendaman bijih.  
Bijih emas, larutan kaya, dan *tailing* akan dilakukan analisa laboratorium yaitu pengujian AAS dan *Fire Assay* untuk mengetahui kadar Au dalam bijih, Au dalam larutan kaya, 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. Setelah itu baru dapat ditentukan kadarnya melalui timbangan analitik dan tabel kadar emas.

e. Pembahasan

Pembahasan data dilakukan dengan menganalisis perlakuan pada waktu pelindian dengan kondisi reaksi terhadap optimasi perolehan

*recovery* emas metode *heap leaching* setelah dilakukan uji laboratorium dan pengujian kadar hasil pengolahan. Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui hasil optimal dalam pengolahan emas metode *heap leaching* berdasarkan waktu perendamannya.

f. Kesimpulan dan saran

Dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti. Diharapkan didapat sebuah kesimpulan yang selanjutnya dapat dijadikan panduan/dasar dalam sebuah pengolahan emas metode *heap leaching*.

### 3.5.4 Alat dan Bahan

A. Alat pengambilan data lapangan

Alat yang digunakan untuk pengambilan data adalah:

- Buku lapangan
- Alat tulis
- Kamera *Handphone*
- Alat pelindung diri (APD)
- Laptop
- Kalkulator
- Timbangan barang dan neraca digital
- pH Meter
- Media pengolah *Heap Leaching*

B. Bahan analisis data lapangan

Bahan yang digunakan untuk pengolahan data skripsi ini antara lain:

- Data hasil uji laboratorium untuk kadar emas dalam bijih, larutan kaya, dan tailing
- Berat logam hasil pengolahan

- Kadar emas hasil perhitungan berat logam *bullion*.

### 3.5.5 Proses Penelitian di Lapangan

Langkah kerja dari awal pengambilan data di lapangan sampai analisa data pada penilitan ini terdiri dari 4 tahapan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut:

#### A. Tahapan persiapan

1. Menyusun rencana *timeline* skripsi dari awal sampai akhir penelitian dengan mempelajari buku-buku literatur yang berkaitan dengan metode penambangan emas, kemudian pengolahan emas, terutama metode *heap leaching*, penelitian terdahulu terkait variabel-variabel yang pernah digunakan pada percobaan pengolahan emas metode *heap leaching*.
2. Mengirim proposal yang ditujukan kepada Loka Uji Teknik Penambangan LIPI Jampang Kulon guna berkoordinasi dengan pembimbing lapangan terkait teknis penelitian di lapangan nantinya.
3. Melakukan presentasi proposal penelitian di Loka Uji Teknik Penambangan LIPI Jampang Kulon dengan pembimbing lapangan serta para peneliti dan pegawai di lingkungan LUTP LIPI Jampang Kulon.
4. Menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan dalam pengolahan emas metode *heap leaching*.

## B. Tahap pengambilan data

1. Melakukan observasi di lapangan terhadap teknis pengolahan emas oleh warga sekitar tambang dan kegiatan penambangannya.
2. Mempersiapkan untuk pengujian terhadap bijih emas pada metode *heap leaching* dengan menggunakan variasi waktu perendaman pada setiap percobaan pengolahan.
3. Melakukan uji laboratorium untuk mengetahui kadar emas dan uji laboratorium untuk mengetahui mineralogi daerah penelitian.

## C. Tahap pengolahan data

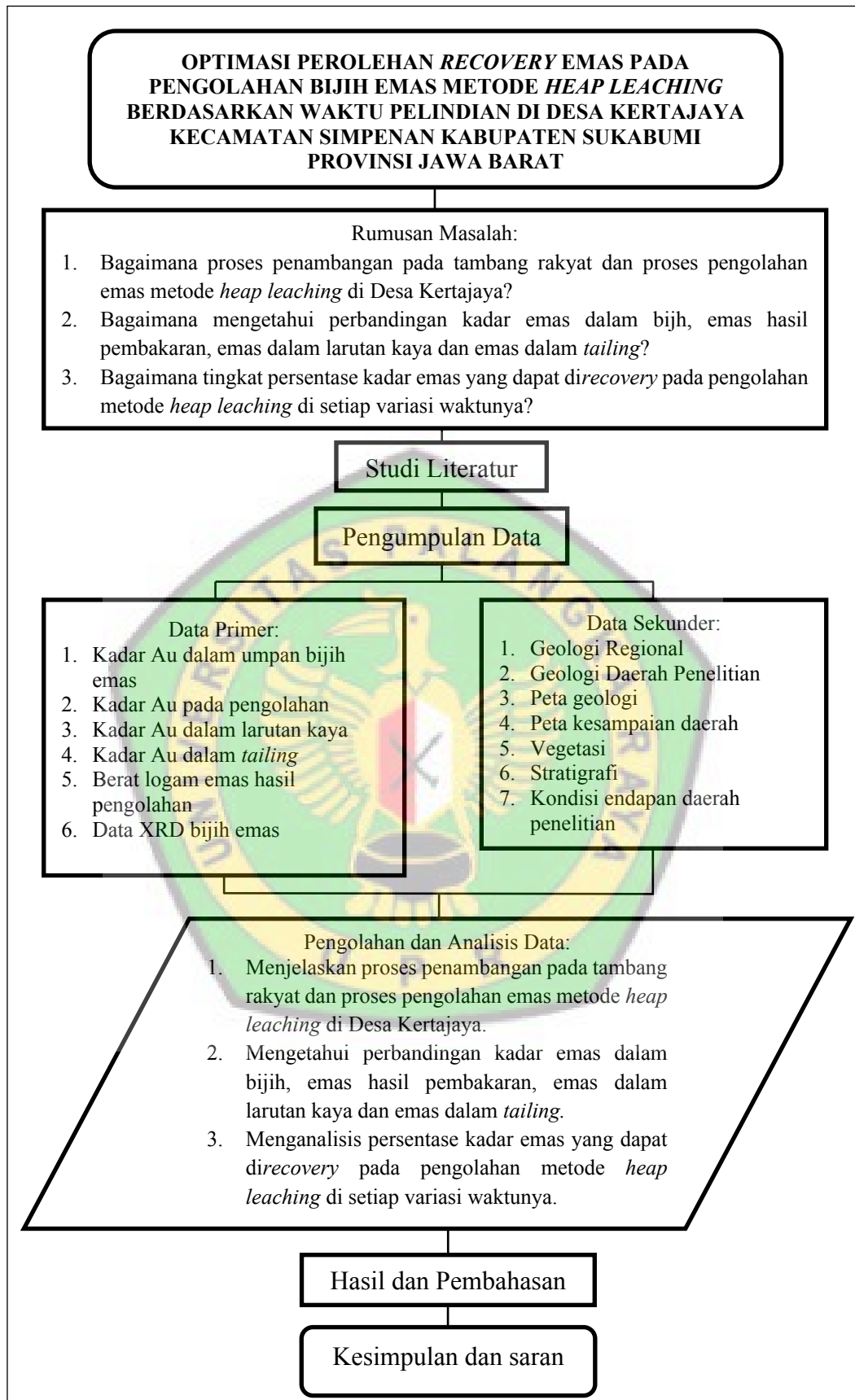
1. Melakukan uji laboratorium *Fire Assay* untuk bijih emas, larutan kaya, dan *tailing* pengolahan mengetahui kadar emas dan uji laboratorium AAS untuk mengetahui mineralogi daerah penelitian.
2. Selanjutnya untuk produk berupa karbon aktif dilakukan pembakaran dua tahap untuk mendapatkan logam *bullion*.

## D. Tahap Akhir

1. Sembari mengerjakan proses pengolahan, juga dilakukan konsultasi dengan pembimbing lapangan sehubungan dengan teknis pengolahan dan penyusunan laporan.
2. Menghitung kadar emas yang didapat melalui uji laboratorium untuk bijih emas, larutan kaya dan *tailingnya*.
3. Menghitung kadar emas yang didapat dari perolehan *bullion* logam hasil pembakaran.

4. Menganalisis tingkat perolehan *recovery* emas yang didapat pada setiap percobaan pengolahannya.
5. Melakukan bimbingan dan konsultasi laporan skripsi dengan pembimbing lapangan.
6. Melakukan presentasi hasil penelitian skripsi dengan pembimbing lapangan serta para peneliti dan pegawai di lingkungan LUTP LIPI Jampang Kulon.





Gambar 3.4  
Bagan Alir Penelitian

### 3.5 Waktu Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan selama kurang lebih 1,5 bulan dan dimulai tanggal 9 April 2018 - 23 Mei 2019. Konsultasi, bimbingan laporan dan pemaparan dilakukan baik di tempat penelitian maupun dengan dosen pembimbing di kampus.

Tabel 3.3 Rencana waktu Penelitian Skripsi

Uraian Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agust. - Jan.				Feb. - Apr.				Mei				Juni							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur																																								
Orientasi Lapangan																																								
Pengambilan Data																																								
Pengolahan Data																																								
Pembuatan Laporan di Lapangan																																								
Konsultasi Pembimbing di Lapangan																																								
Presentasi Hasil di Lapangan																																								
Konsultasi Proposal Skripsi																																								
Seminar Proposal Skripsi																																								
Konsultasi Laporan Skripsi																																								
Revisi Laporan Skripsi																																								
Seminar Hasil Skripsi																																								
Revisi Skripsi																																								
Ujian Sidang Akhir																																								

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

1. Kegiatan penambangan bijih emas di daerah Kertajaya, Sukabumi dilakukan dengan pembuatan akses menuju badan bijih baik secara vertikal (*shaft*) maupun horizontal (*tunnel*), kemudian pengambilan bijih emas dengan menggali mengikuti arah kemenerusan urat bijihnya, selanjutnya batuan bijih diangkut menggunakan karung yang ditarik katrol mekanis menuju atas permukaan, dan dibawa menuju tempat pengolahan menggunakan kendaraan bermotor. Proses pengolahan bijih emas dengan metode *heap leaching* secara sederhana diawali dengan preparasi bijih umpan, untuk dilakukan kominusi atau pengecilan ukuran butirnya. Kemudian dilakukan penyiraman dengan larutan sianida yang selanjutnya larutan kaya disaring pada kolom karbon aktif, langkah terakhir melakukan pembakaran karbon untuk mengekstraksi emasnya.
2. Kadar emas pada batuan bijih didapat melalui uji laboratorium dengan metode uji AAS dan *Fire Assay*, hal ini juga berlaku pada sampel hasil pengolahan berupa *tailing*. Untuk logam hasil pengolahan didapat dari pembakaran karbon aktif yang melewati 2 tahap pembakaran, dimana tahap pertama dilakukan untuk mendapatkan abu dari karbon aktifnya, kemudian tahap pembakaran kedua menggunakan api las tembak untuk

mengeluarkan bullion logam emasnya. Kadar emasnya diketahui dengan cara menimbang berat jenis dari *bullionnya*.

3. Persentase perolehan emas (*recovery*) dari pengolahan 1 sampai 5 berturut-turut dengan waktu pelindian selama 12 jam menghasilkan perolehan sebesar 60,41 %, waktu pelindian selama 18 jam sebesar 41,66%, waktu pelindian selama 24 jam sebesar 66,11%, waktu pelindian selama 30 jam sebesar 58,33%, dan waktu pelindian selama 36 jam sebesar 41,75%. Dengan demikian, waktu optimal/ideal yang dapat digunakan untuk pengolahan emas metode *heap leaching* adalah dengan waktu pelindian selama 24 jam.

## 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut tentang *recovery* emas pada pengolahan metode *heap leaching*, terutama waktu pelindian, berdasarkan percobaan pendekatan perhitungan menggunakan rumus fungsi yang telah dilakukan.
2. Dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai penanganan lumpur yang mengendap di dasar *leaching pad*, karena disinyalir bahwa kandungan emas masih banyak tertinggal di dalamnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assa'diyah, Fatiyah Izzati, tanpa tahun. *The Influence On Concentration Of Nacn Solution In Malachite-Quartz Rock Cyanidation Process Toward Gold Grade And Gold-Cyanide Solution Conductivity*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Diantoro, Yimi, 2010. *Emas Investasi dan Pengolahannya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Eugene, Wong Wai Leong. And Arun S. Mujumdar, 2009. *Gold Extraction and Recovery Processes*. Singapore: National University of Singapore.
- Gingga, Flaminggo, 2017. *Pengaruh Perak Nitrat Terhadap Perolehan Emas dengan Sianidasi pada Bijih Emas di Desa Kertajaya Kabupaten Sukabumi Jawa Barat*. Surabaya: ITATS
- Israwaty, Ila, 2013. *Studi Pemisahan Emas dari Batuan Bijih Emas Asal Daerah Poboya (Sulawesi Tengah) dengan Menggunakan Teknik Flotation and Sink dengan Media Tetrabromoetana (TBE)*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Pinto, Idepofildo, 2015. *Perbandingan Hasil Pengolahan Emas Dengan Metode Sianidasi (Heap Leaching) Berdasarkan Peredaan Ukuran Butir Umpan Di Tambang Rakyat Jampang Kulon, Desa Kerta Jaya Kabupaten Sukabumi Jawa Barat*. Surabaya: ITATS.
- Pratama, Ciputra Frida, 2011. *Pengaruh Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Pada Sianidasi Emas Dari Batuan Mineral*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- 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.
- 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.
- Supriadidjaja, Achdia. Dan Widodo, 2009. *Studi Penggunaan Hidrogen Peroksida ( $H_2O_2$ ) Pada Pelarutan Bijih Emas Sukabumi Selatan Dengan Larutan Sianida*. Sukabumi Selatan: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI.
- Syaifuddin, Muhammad, 2011. *Pengaruh Aerasi Pada Sianidasi Emas Dari Batuan Mineral*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Tangkuman, Herling D, 2008. *Pengaruh Konsentrasi Sianida Terhadap Produksi Emas*. Manado: UNSRAT Manado.
- Widara, Maharani Rindu. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Sodium Cyanide Terhadap Recovery Emas pada Pengolahan Bijih Emas Metode Heap Leaching di Desa Kertajaya Kabupaten Sukabumi Jawa Barat*. Surabaya. ITATS.
- Widara, Maharani Rindu. Dan Abdul Rauf. 2017. *Perbandingan Hasil Logam Emas pada Pengolahan Bijih Emas dengan Metode Sianida (Heap Leaching) Berdasarkan Perbedaan Ukuran Butir Umpan*. Yogyakarta. UPN Veteran Yogyakarta.
- Widodo, 2008. *Pengaruh Perlakuan Amalgamasi Terhadap Tingkat Perolehan Emas dan Kehilangan Merkuri*. Sukabumi Selatan: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI.
- Widodo. Dan Aminudin, 2011, *Upaya Peningkatan Perolehan Emas Dengan Metode Amalgamasi Tidak Langsung (Studi Kasus: Pertambangan Rakyat Desa Waluran, Kecamatan Waluran, Kabupaten Sukabumi)*. Bandung: Puslit Geoteknologi-LIPI.
- Widodo. dkk, 2012. *Pemanfaatan "Waste Dan Tailing" Untuk Pembuatan Bata Cetak Dari Kegiatan Pertambangan Bijih Emas Daerah Cineam Kabupaten Tasikmalaya Dan Waluran Kabupaten Sukabumi*. Bandung: Puslit Geoteknologi-LIPI.