



## Preparasi dan Analisis Kandungan Unsur dalam Batuan Bijih Emas<sup>1</sup>

### *Preparation and Analysis of Elemental Content in Gold Ore Rocks*

Siti Aminah<sup>a,2</sup>, Fanteri Aji Dharma Suparno<sup>a</sup>, Haeruddin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

#### ABSTRAK

Emas termasuk ke dalam golongan logam mulia karena keterdapatannya di bumi yang langka dan memiliki sifat spesifik tertentu. Proses pengolahan ore/bijih pada umumnya dilakukan beberapa tahap, diantaranya adalah tahap kominusi yang terdiri dari crushing dan grinding. Bijih yang telah mempunyai fraksi fraksi ukuran P<sub>80</sub> -200# (74 mikron) akan diblending agar homogen. Bijih yang sudah homogen akan dibagi menjadi beberapa contoh sampel yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Analisis komposisi unsur kimia beserta konsentrasinya dalam bijih dilakukan dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Berdasarkan hasil analisis XRF, dapat disimpulkan bahwa kandungan mineral terbesar dari sampel bijih batuan emas adalah silica, SiO<sub>2</sub>

Kata kunci: Bijih, Kominusi, XRF

#### ABSTRACT

*Gold is included in the precious metal group because it is rare on earth and has certain specific properties. The ore processing is generally carried out in several stages, including the comminution stage consisting of crushing and grinding. The ore that already has a size fraction of P<sub>80</sub> -200# (74 microns) will be blended to make it homogeneous. The homogeneous ore will be divided into several samples which will be used for further processing. Analysis of chemical element composition and its concentration in the ore was carried out by X-Ray Fluorescence (XRF). Based on the results of XRF analysis, it can be concluded that the largest mineral content of gold ore samples is silica, SiO<sub>2</sub>*

*Keywords: Ore, Comminution, XRF*

## PENDAHULUAN

Emas merupakan logam mulia yang banyak digunakan dan memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Emas termasuk ke dalam golongan logam mulia karena keterdapatannya di bumi yang langka dan memiliki sifat spesifik tertentu. Emas dapat ditemukan dalam bentuk mineral dimana emas sebagai logam yang dominan, misalnya emas *native*, *elektrum*, *calaverite*, *sylvanite* dan dalam mineral dimana emas sebagai unsur minor, misalnya arsenopirit, pirit dan kalkopirit. Berdasarkan kemudahannya diekstraksi, bijih emas dapat diklasifikasikan menjadi 3 tipe yaitu bijih emas tipe *free-milling*, bijih emas kompleks dan bijih emas tipe refraktori. Bijih emas *free-milling* dapat diekstraksi dengan metode sianidasi konvensional dan ukuran yang tidak terlalu halus menghasilkan persen ekstraksi diatas 90% (Lunt and Weeks, 2005). Bijih emas kompleks mengandung komponen-komponen yang ikut mengkonsumsi sianida dan oksigen sehingga konsumsi reagen pelindi yang dibutuhkan sangat tinggi. Pada bijih refraktori, partikel emas yang berukuran halus terjebak dalam

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 9 Mei 2022, Accepted: 15 Juni 2022

<sup>2</sup> E-mail: [siti.aminah@unej.ac.id](mailto:siti.aminah@unej.ac.id)

mineral sulfida yang sulit dilarutkan dalam proses sianidasi. Termasuk dalam bijih refraktori adalah tipe bijih *preg-robbing* dimana bijih mengandung material-material karbon (*carbonaceous materials*) yang cenderung mengadsorpsi emas yang sudah terlarut pada proses sianidasi.

Proses pengolahan ore/bijih pada umumnya dilakukan beberapa tahap, diantaranya adalah tahap kominusi yang terdiri dari crushing dan grinding. Proses kominusi ini bertujuan untuk membebaskan emas dari mineral-mineral pengotor yang ada di dalam bijih dan juga untuk membebaskan emas yang terperangkap di dalam bijih. Pengolahan bijih emas sangat penting sebelum dilakukan proses ekstraksi emas atau perak.

## METODE PENELITIAN

Sampel bijih yang diterima dikeringkan di dalam oven selama 24 jam untuk menghilangkan air di dalam bijih. Selanjutnya, semua bijih diremuk menggunakan *jaw crusher*, *roll crusher* dan dilakukan penggerusan (*grinding*) dengan *ball mill* hingga diperoleh fraksi ukuran bijih P<sub>80</sub> -200#. Semua bijih dicampur dan dihomogenisasi dengan menggunakan *rotary splitter* sehingga dihasilkan paket-paket sampel bijih yang homogen. Paket-paket sampel bijih inilah yang selanjutnya digunakan untuk penelitian.

Pengujian unsur mineral menggunakan instrumen X-Ray Fluorescence (XRF) dilakukan dengan menggunakan spectrometer tipe Niton XL3t GOLDD+ (Portable). Sampel yang akan dianalisis dalam bentuk *press powder*. Data yang akan terukur berupa intensitas (I) dan energi unsur yang kemudian akan dikonversi dalam bentuk angka sehingga data yang nantinya dihasilkan berupa persentase unsur mineral sampel. Uji XRF dilakukan di tempat yang sama untuk pengujian XRD, yakni di Laboratorium Pusat Survei Geologi PPGL, Bandung. Data yang diperoleh dari hasil analisis dari pengujian menggunakan *XRay Fluorescence* (XRF) berupa hasil analisis kualitatif dan hasil analisis kuantitatif. Hasil analisis kualitatif yaitu mengidentifikasi jenis unsur yang terkandung dalam sampel yang ditunjukkan berupa adanya jenis unsur yang terdeteksi oleh alat XRF sedangkan analisis kuantitatif yaitu mengidentifikasi jumlah unsur yang terkandung dalam sampel berupa konsentrasi unsur dalam bilangan perseratus (%) dari sampel yang diuji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel bijih berbentuk bongkahan-bongkahan berukuran 5-20 cm yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sampel yang didapatkan berupa bijih yang berwarna putih keabu-abuan dan terdapat bintik-bintik merah di seluruh batuananya



Gambar 1. Sampel bijih

Berikut ini adalah prosedur preparasi sampel bijih:

1. Bijih dikeringkan menggunakan oven yang memiliki suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam
2. Bijih yang sudah kering akan dikecilkan ukurannya melalui proses kominusi. Kominusi atau pengecilan ukuran adalah tahap awal dalam proses pengolahan bahan galian yang berfungsi untuk:
  - membebaskan / meliberasi dari material-material pengotornya
  - menghasilkan bentuk partikel dan ukuran yang sesuai untuk kebutuhan pada proses berikutnya
  - meningkatkan luas permukaan partikel agar proses ekstraksi nanti bisa berlangsung dengan cepat karena luas permukaan yang tinggi memungkinkan terjadinya kontak antara reagen yang digunakan dan mineral yang terkandung dalam bijih bisa menjadi lebih cepat terjadi.Kominusi akan dilakukan melalui 2 tahap, crushing (peremukan) dan grinding (penggerusan).
3. Bijih kering akan diremukkan menggunakan *laboratory jaw crusher* . Peremukan menggunakan primary jaw crusher ini akan mengecilkan ukuran dari raw material menjadi sekitar 6''.



**Gambar 2.** Bijih setelah melalui proses crushing

4. Tahap selanjutnya adalah bijih akan diremukkan menggunakan secondary crushing yaitu roll crusher.



**Gambar 3.** Bijih setelah melalui proses secondary crushing

5. Tahap terakhir dari kominusi adalah penggerusan menggunakan grinding. Hasil proses grinding, bijih akan mempunyai fraksi fraksi ukuran  $P_{80}$  -200# (74 mikron)



**Gambar 4.** Bijih setelah melalui proses grinding

6. Semua bijih yang dihasilkan dari proses grinding selanjutnya akan dicampur/blending sehingga semua sampel bijih menjadi homogen.



**Gambar 5.** Bijih setelah melalui proses blending

Hasil dari pencampuran berupa campuran yang homogen dan siap untuk dibagi menjadi beberapa contoh sampel yang akan digunakan untuk proses selanjutnya.

7. Bijih yang sudah homogen akan dibagi menjadi paket-paket sampel sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.



Gambar 6. Contoh paket sampel

### Analisa Hasil X-Ray Fluorescence (XRF)

Analisis komposisi unsur kimia beserta konsentrasinya dalam bijih dilakukan dengan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Analisis ini umumnya memang digunakan untuk menganalisa unsure dalam mineral atau batuan, dikarenakan analisis ini dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan senyawa

No.	Component	Result	Unit	Det. limit	El. line	Intensity	w/o normal
1	Na <sub>2</sub> O	0.0777	mass%	0.03778	Na-KA	0.0069	0.0402
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.653	mass%	0.01535	Al-KA	0.5972	0.3380
3	SiO <sub>2</sub>	84.7	mass%	0.07284	Si-KA	60.0595	43.8428
4	SO <sub>3</sub>	4.46	mass%	0.01422	S -KA	3.1360	2.3092
5	Cl	0.0580	mass%	0.00260	Cl-KA	0.1487	0.0300
6	K <sub>2</sub> O	0.0394	mass%	0.01158	K -KA	0.0558	0.0204
7	CaO	0.0920	mass%	0.00952	Ca-KA	0.1317	0.0477
8	TiO <sub>2</sub>	0.525	mass%	0.03041	Ti-KA	0.1882	0.2720
9	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0867	mass%	0.01176	Cr-KA	0.0890	0.0449
10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.23	mass%	0.01537	Fe-KA	19.4894	4.2640
11	CuO	0.0319	mass%	0.00497	Cu-KA	0.1612	0.0165
12	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0180	mass%	0.00453	As-KA	0.1983	0.0093
13	SrO	0.0614	mass%	0.00370	Sr-KA	1.3272	0.0318
14	ZrO <sub>2</sub>	0.0075	mass%	0.00447	Zr-KA	0.6862	0.0039
15	BaO	0.997	mass%	0.05371	Ba-KA	2.1988	0.5164

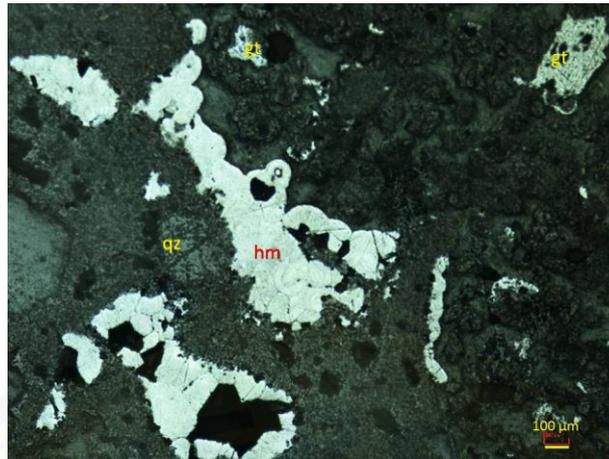
**Tabel 2.** Hasil analisis kandungan unsur

No.	Component	Result	Unit	Det. limit	El. line	Intensity	w/o normal
1	Na	0.0840	mass%	0.02585	Na-KA	0.0069	0.0272
2	Al	0.574	mass%	0.00843	Al-KA	0.5972	0.1857
3	Si	72.9	mass%	0.03919	Si-KA	60.0595	23.5875
4	S	4.43	mass%	0.00883	S-KA	3.1360	1.4342
5	Cl	0.147	mass%	0.00412	Cl-KA	0.1487	0.0476
6	K	0.0836	mass%	0.01537	K-KA	0.0558	0.0271
7	Ca	0.169	mass%	0.01095	Ca-KA	0.1317	0.0548
8	Ti	0.831	mass%	0.03007	Ti-KA	0.1882	0.2689
9	Cr	0.163	mass%	0.01383	Cr-KA	0.0890	0.0528
10	Fe	17.2	mass%	0.02009	Fe-KA	19.4894	5.5733
11	Cu	0.0875	mass%	0.00854	Cu-KA	0.1612	0.0283
12	As	0.0476	mass%	0.00750	As-KA	0.1983	0.0154
13	Sr	0.183	mass%	0.00690	Sr-KA	1.3272	0.0593
14	Zr	Trace	mass%	0.02451	Zr-KA	0.6862	0.0000
15	Ba	3.07	mass%	0.10319	Ba-KA	2.1988	0.9923

**Tabel 3.** Komposisi unsur yang terkandung dalam contoh sampel

Senyawa	Komposisi (%)	Unsur	Komposisi (%)
Na <sub>2</sub> O	0.0777	Na	0.0840
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.653	Al	0.574
SiO <sub>2</sub>	84.7	Si	72.9
SO <sub>3</sub>	4.46	S	4.43
Cl	0.0580	Cl	0.147
K <sub>2</sub> O	0.0394	K	0.0836
CaO	0.0920	Ca	0.169
TiO <sub>2</sub>	0.525	Ti	0.831
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0867	Cr	0.163
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.23	Fe	17.2
CuO	0.0319	Cu	0.0875
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0180	As	0.0476
SrO	0.0614	Sr	0.183
ZrO <sub>2</sub>	0.0075	Zr	-
BaO	0.997	Ba	3.07

Berdasarkan hasil analisis XRF, dapat disimpulkan bahwa kandungan mineral terbesar dari sampel bijih batuan emas adalah silica, SiO<sub>2</sub> (seperti ditunjukkan pada Gambar 7) Hasil analisa menunjukkan tidak adanya karbon yang terkandung dalam sampel batuan. Hal ini bias dikarenakan kandungan mineral karbon yang sangat sedikit, sehingga tidak terdeteksi. Sedikitnya kandungan karbon dapat menimbulkan dampak positif pada saat proses ekstraksi, karena karakteristik preg-robbing yang kecil tidak akan mengganggu proses ekstraksi. Kandungan karbon yang besar pada bijih dapat mengganggu proses ekstraksi emas. Karbon yang terkandung dalam bijih dapat menyebabkan emas terperangkap di dalamnya selama proses ekstraksi atau pelindian.



Gambar 7. Mineragrafi batuan bijih

## KESIMPULAN

Preparasi sampel batuan bijih diperlukan untuk membebaskan / meliberasi dari material-material pengotornya, menghasilkan bentuk partikel dan ukuran yang sesuai untuk kebutuhan pada proses berikutnya dan meningkatkan luas permukaan partikel agar proses ekstraksi nanti bisa berlangsung dengan cepat karena luas permukaan yang tinggi memungkinkan terjadinya kontak antara reagen yang digunakan dan mineral yang terkandung dalam bijih bisa menjadi lebih cepat terjadi. Hasil dari preparasi bijih ini adalah paket contoh sampel yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Berdasarkan hasil analisis XRF, dapat disimpulkan bahwa kandungan mineral terbesar dari sampel bijih batuan emas adalah silica,  $\text{SiO}_2$

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada LP2M Universitas Jember melalui pendanaan penelitian DIPA Universitas Jember tahun anggaran 2021 untuk mendukung penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M. D. (2005). *Advances in Gold Ore Processing*. Elsevier.
- Braun, Patrick. *Method Manual Volume 1 Gold Analysis in Alkaline Cyanide Solutions*. Society of Mineral Analysts Sparks, Nevada.
- Habashi, F. (1993). *A Textbook of hydrometallurgy, metallurgie extractive*, Quebec, Enrc Canada.
- Hiskey, J. B. (1985). *Gold and silver extraction: the application of heap-leaching cyanidation*. Arizona Bureau of Geology and Mineral Technology Field Notes 15(4) 1-5.
- Marsden, John and C. Iain House. (20016). *The Chemistry of Gold Extraction, 2Nd edit ion. Societ y for Mining, Metallurgy and Explorati on, Inc. : USA.*

- Smallman, R.E & Bishop, R.J. (2000). *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering Science, process, applications Sixth Edition*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Vaughan, J. P. (2004) *The Process Mineralogy of Gold: The Classification of Ore Types*. Journal of Metallurgy.

