

---

## KARAKTERISTIK *SPENT ORE* PROSES *HEAP LEACH SINGLE STACKING* BERDASARKAN UJI XRD, XRF DAN MIKROSKOP BIJIH TERHADAP POTENSI PEMBENTUKAN AIR ASAM TAMBANG

Firmanullah Yusuf

Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia  
E-mail: Nullahfirman@gmail.com

### SARI

Teknologi pengolahan emas dengan sianidasi metode *heap leach single stacking* merupakan pengolahan dengan cara menyiramkan larutan sianida keatas tumpukan bijih yang dapat melarutkan logam berharga tanpa melarutkan pengotornya. Batuan sisa pengolahan emas (*spent ore*) mengandung mineral sulfida dapat berpotensi dalam pembentukan air asam tambang sehingga perlu diketahui pengaruh mineralogi *spent ore* emas terhadap pembentukan air asam tambang. Penelitian ini bertujuan: (1) mengetahui karakteristik mineralogi batuan *spent ore* berdasarkan uji geokimia dan petrologi batuan, (2) mengetahui pengaruh mineralogi terhadap terbentuknya air asam tambang proses *heap leach single-stacking*. Penanganan air asam tambang langkah awal yang harus dilakukan yaitu dengan karakterisasi mineralogi batuan *spent ore*. Metode yang digunakan untuk mengetahui mineralogy batuan yaitu dengan pengujian mineralogi dengan analisis XRD (*X-ray Diffractions*), analisis XRF (*X-Ray Fluoresence*), dan pengamatan mikroskop bijih. Hasil analisis menunjukkan bahwa mineralogi *spent ore* emas proses *head leach* berpengaruh terhadap pembentukan air asam tambang.

**Kata Kunci:** *Air asam tambang, spent ore, mineralogi, heap leach*

### ABSTRACT

*Gold processing technology with a single heap leach cyanidation method of stacking is sprinkled with the processing of the pile of ore cyanide solution to dissolve the precious metals without dissolving impurities. Gold processing waste rock (spent ore) containing sulfide minerals can be potentially in the formation of acid mine water so keep in mind the influence of spent ore mineralogy of gold to the formation of acid mine water. This study aims to: (1) determine the characteristics of spent ore mineralogy of rocks based on test geochemical and petrological rock, (2) the effect of the mineralogy of the formation of acid mine water single-process heap leach stacking. Handling of acid mine drainage initial step that must be done is to characterize the mineralogy of rocks spent ore. The method used to determine the mineralogy of rocks is to test the mineralogy by XRD analysis (X-ray Diffractions), analysis of XRF (X-Ray fluorescence), and the ore microscope observation. The analysis showed that the mineralogy spent gold ore leach process head affect the formation of acid mine water.*

**Keywords:** *acid mine drainage, spent ore, mineralogy, heap leach*

## PENDAHULUAN

Aktivitas pertambangan berakibat menghasilkan suatu perubahan dan dampak terhadap lingkungan. Emas merupakan bahan galian yang masih sangat diminati, saat ini kebutuhan logam emas meningkat setiap waktu. Berkaitan dengan hal ini, banyak lembaga riset yang melakukan pengembangan metode ekstraksi logam yang dapat menghasilkan ekstraksi optimum, efisien dan ramah lingkungan. Bijih emas biasanya berasosiasi dengan mineral sulfida yang apabila mineral sulfida ini teroksidasi maka, akan menghasilkan asam sulfat yang dapat menyebabkan penurunan pH dalam air dan menyebabkan air menjadi asam (Gautama R. dkk, 2013; Dwiki S. dkk, 2015). Hal tersebut yang dinamakan dengan air asam tambang (AAT). Air asam terbentuk oleh oksidasi alami mineral sulfida bila terkena dengan udara dan air (INAP, 2009).

Pengaruh mineral sulfida yang berpengaruh terhadap pembentukan air asam tambang membuat penulis tertarik untuk meneliti pengaruh spent ore emas proses head leach dalam pembentukan air asam tambang. Mineralogi batuan pada sampel *spent ore* terkait potensi air asam tambang dilakukan dengan menggunakan metode pengujian XRD, XRF, dan analisis pengamatan mikroskop bijih. Dari berbagai hasil pengujian tersebut, kemudian akan dikonfirmasi dengan hasil karakteristik sampel *ore* (bijih sebelum proses *heap leach* metode *single stacking*). Mengetahui kondisi lingkungan geologi memberikan gambaran untuk mengantisipasi masalah lingkungan pada masa depan di pertambangan (Plumlee dkk., 1999).

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mineralogi batuan *spent ore* berdasarkan uji geokimia dan petrologi batuan dan mengetahui pengaruh mineralogi terhadap terbentuknya air asam tambang proses *heap leach single-stacking*.

## METODOLOGI PENELITIAN

Sampel penelitian terdiri dari tiga jenis *spent ore* emas yaitu sampel dengan kode sampel *spent ore 1*, *spent ore 2* dan *spent ore 3*. Ketiga sampel ini kemudian diuji dengan

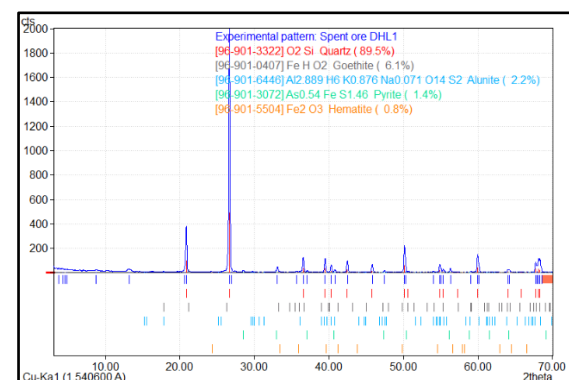
menggunakan metode analisis geokimia yaitu XRD (*X-ray Diffractions*), XRF (*X-Ray Fluoresence*), dan pengamatan mikroskop bijih. Berdasarkan hasil analisis XRD menunjukkan adanya mineral Sulfur sebagai indikasi terbentuknya air asam tambang. Diperkuat dengan hasil analisis XRF presentasi kandungan sulfur pada sampel. Kemudian dilanjutkan dengan uji mikroskop bijih memperlihatkan kenampakan mineral sulfida. Sehingga dari ketiga pengujian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa berpotensi menimbulkan air asam tambang.

## HASIL PENELITIAN

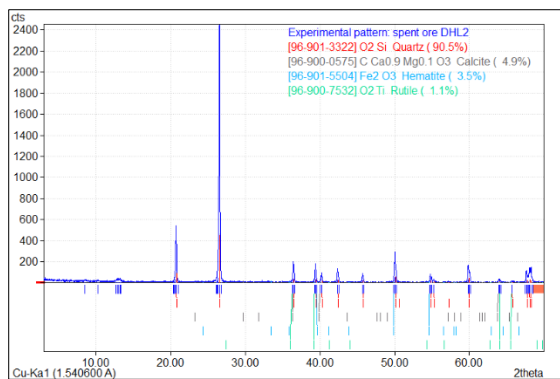
Hasil pengujian memiliki bentuk akhir sampel dengan jumlah berat yang berbeda. Dalam hal ini, pengujian XRD dan XRF memiliki bentuk akhir sampel yang sama, yaitu hasil ayakan dengan ukuran mesh #200 namun jumlah berat yang berbeda-beda. Untuk pengamatan mineralogi pada mikroskop, bentuk akhir sampel berupa sampel poles silinder.

### 1. Uji XRD (*X-Ray Diffraction*)

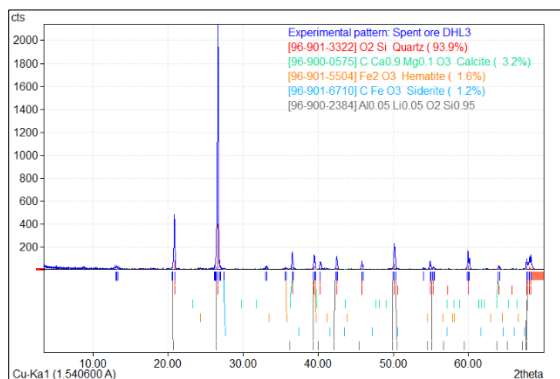
Pengujian mineralogi dengan uji XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan di laboratorium kimia-fisika TekMIRA (Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung). Tujuan dari uji difraksi sinar-X pada penelitian ini agar dapat mengetahui komposisi mineral-mineral yang terkandung pada sampel batuan menggunakan bantuan sinar X pada alat *x-ray diffraction*. Pada uji ini, sampel yang digunakan merupakan sampel yang telah dihaluskan hingga mencapai ukuran 200 *mesh*. Adapun hasil uji XRD pada sampel *spent ore* yang telah diuji antara lain sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil uji XRD sampel *Spent ore 1*



Gambar 1. Hasil uji XRD sampel *Spent ore 2*



Gambar 1. Hasil uji XRD sampel *Spent ore 3*

Tabel I. Kandungan mineral sampel *spent ore* hasil uji XRD

Nama Sampel	Mineralogi	Rumus Kimia
<i>Spent ore 1</i>	Kuarsa,	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeS <sub>2</sub> ,
	Hematit, Pirit,	KAl <sub>3</sub> [(OH) <sub>3</sub> [SO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> ,
	Alunit, Goetit	FeO(OH)
<i>Spent ore 2</i>	Kuarsa, Kalsit,	SiO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,
	Hematit, Rutil	TiO <sub>2</sub>
<i>Spent ore 3</i>	Kuarsa, Kalsit,	SiO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> ,
	Hematit, Siderit	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeCO <sub>3</sub>

Berdasarkan hasil uji XRD pada tabel 1 menyatakan bahwa semua sampel uji pada *spent ore* didominasi oleh mineral kuarsa (SiO<sub>2</sub>), ini disebabkan karna mineral kuarsa sebagai salah satu penyusun kerak bumi. Selain itu, mineral yang terdeteksi didalam sampel *spent ore* yaitu mineral hematit, pirit, alunit, kalsit, goetit dan siderit. Mineral pirit pada sampel *spent ore 1* merupakan mineral sulfida yang aktif, dan dapat diindikasikan bahwa sampel yang memiliki keterdapatan mineral pirit didalamnya akan menghasilkan air asam tambang. Pada sampel *spent ore 1* dan *spent*

*ore 2* tidak ditemukan kandungan mineral sulfida (pirit).

Dari semua sampel uji juga terdapat mineral hematit yang merupakan mineral hasil sisa oksidasi, Selain itu keterdapatan mineral karbonat yaitu kalsit (CaCO<sub>3</sub>) dan siderit (FeCO<sub>3</sub>) pada sampel *spent ore 2* dan *spent ore 3*. Mineral alunit, rutil, sanidin, goetit merupakan mineral yang terdapat dalam sampel *spent ore*. Keterdapatan mineral karbonat pada sampel *spent ore 1* dan sampel *spent ore 2* dapat berperan sebagai penetral asam hal tersebut sebabkan karena mineral karbonat (kapur) dapat menjadikan kadar air asam menjadi basa (Hakim. A. M, dkk, 2009).

## 2. Uji XRF (*X-Ray Fluorescence*)

Pengujian *X-Ray Fluorescence* bertujuan untuk mengetahui jenis senyawa oksida serta unsur-unsur kimia yang terkandung di setiap sampe *spent ore*. Uji XRF ini dilakukan di Laboratorium Pusat Survey Geologi. Berikut ini hasil uji XRF pada sampel batuan *spent ore*.

Tabel. 2. Hasil Uji XRF Sampel *Spent Ore*

Elemen Uji	Kode Sampel (%)		
	<i>Spent Ore 1</i>	<i>Spent Ore 2</i>	<i>Spent Ore 3</i>
SiO <sub>2</sub>	89,37	96,75	92,28
TiO <sub>2</sub>	0,641	0,497	0,523
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,501	0,245	0,320
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,35	1,39	5,51
MnO	-	0,0056	0,0031
CaO	0,29	0,358	0,249
MgO	0,0587	0,0527	0,0632
Na <sub>2</sub> O	-	-	-
K <sub>2</sub> O	0,0409	0,0261	0,0246
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0187	0,0077	0,0186
S	1,19	0,0487	-
SO <sub>3</sub>	-	-	0,134
ZnO	0,0025	0,0028	0,0081
CuO	0,0368	0,0047	0,0090
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0068	0,0068	0,0229
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0294	0,0198	-
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,0046	-	-
SnO <sub>2</sub>	0,0247	-	-
LOI	2,43	0,57	0,82

Hasil uji XRF memperlihatkan kandungan unsur sulfida pada sampel *spent ore 1* yaitu 1,19 % dan pada sampel *spent ore 2* yaitu 0,0487 % dan sampel *spent ore 3* tidak

ditemukan kandungan unsur sulfida. Hal ini dapat mengidentifikasi bahwa potensi terbentuknya air asam tambang berpotensi besar terbentuk pada sampel spent ore 1 (INAP, 2009). Pada sampel spent ore 2 kemungkinan kecil terbentuknya air asam tambang sangat kecil dan sampel spent ore 3 tidak berpotensi menyebabkan terbentuknya air asam tambang. Terdeteksinya unsur-unsur yang berhubungan dengan karbonat, yaitu Ca, Mn, dan Mg berdasarkan hasil uji XRF juga dapat mengindikasikan bahwa sampel *spent ore 2* dan *spent ore 3* tersebut mempunyai mineral yang berperan sebagai penetral asam.

### 3. Uji Mikroskop Biji

Pengamatan Mikroskop Biji dilakukan di laboratorium kimia-fisika TekMIRA (Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung). Sampel spent ore dipreparasi dengan hasil sampel berbentuk sampel poles. Pengamatan mikroskop dilakukan untuk mengetahui jenis mineral dan bentuk antara mineral yang satu dan yang lain dalam tiap sampel. Berdasarkan hasil pengamatan mikroskop biji, mineral yang terdapat pada tiap sampel dapat dilihat pada tampilan gambar berikut:



Gambar. 2 Tampak sebaran pirit (warna terang), rutil (kuning kecoklatan), dan kuarsa (putih transparan) pada *spent ore 1* (zoom 50x).

Hasil uji mikroskop biji memperlihatkan keterdapat mineral pada sampel *spent ore 1* yaitu pirit, Rutil, Kuarsa dan goethite. Sampel *spent ore 2* memperlihatkan keterdapat mineral Kuarsa, Hematit dan rutil. Pada sampel *spent ore 3* memperlihatkan mineral kuarsa dan goethite.

Uji mikroskop memperlihatkan hanya pada sampel spent ore 1 yang memiliki keterdapat mineral sulfida yaitu pirit. Hal ini mengidentifikasi bahwa hanya pada

sampel spent ore 1 yang berpotensi terbentuknya air asam tambang ditandai dengan hadirnya mineral pirit. Sumber utama pembangkit Air Asam Tambang (AAT) adalah mineral sulfida reaktif dan produk oksidasinya. Mineral sulfida yang paling umum adalah pirit ( $\text{FeS}_2$ ). Pirit adalah mineral yang paling relevan dari perspektif pembangkit asam karena konsentrasinya, ukuran butiran, dan distribusinya yang merupakan faktor paling berpengaruh dalam menghasilkan Air Asam Tambang (Nordstrom dan Alpers, 1999; Plumlee, 1999).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada sampel *spent ore 1* terdapat mineral kuarsa, hematit, pirit, alunit, goetit, rutil dengan kandungan unsur sulfida 1,19 %. Sampel *spent ore 2* terdapat mineral Kuarsa, Kalsit, Hematit, Rutil dengan kandungan unsur sulfida 0,0487%. sampel *spent ore 3* Kuarsa, Kalsit, Hematit, Siderit dan goethite dengan kandungan unsur sulfida 0%.
2. Terdapatnya mineral sulfida pada spent ore 1 dengan kandungan sulfida yang signifikan menidentifikasi terbentuknya air asam tambang. Berbeda dengan sampel pada *spent ore 2* dan sampel *spent ore 3* yang tidak memiliki komposisi mineral sulfide tetapi justru memiliki kandungan mineral karbonat yaitu kalsit dan siderite yang sifatnya menetralkan air asam tambang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf akademik di Program Studi Teknik Pertambangan ITB, terutama kepada Ketua Program Studi, Dosen Pembimbing, dan Dosen Wali.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dwiki Sedy, dkk, 2015, *Evaluation Drainage Characterization for Predicting Post Drainage Water Quality in Coal Mines.*, *Journal of the Polish Mineral Engineering Society*, hal 23-28

- Gautama Rudy S. dkk, 2013. *Geochemical Characterization for Prediction of Acid Rock Drainage Potential in Hydrothermal Deposit*. Proceeding of the 22nd MPES Conference, Dresden, Germany: Mine Planning and Equipment Selection. DOI: 10.1007/978-3-319-02678-7\_75.
- Hakim. A.M, dkk, 2009, Penanggulangan air asam tambang pada tambang batubara terbuka di Kalimanta Timur dan Kalimantan Selatan, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- International Network for Acid Prevention (INAP)*, 2009, *Global Acid Rock Drainage*, dapat diunduh pada <http://www.gardguide.com>.
- Nordstrom, D.K., and Alpers, C.N, 1999, *Geochemistry of Acid Mine Waters*. In: *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part A: Processes, Techniques and Health Issues* (Eds.: Plumlee, G.S., and M.J. Logsdon). *Reviews in Economic Geology Vol 6A*. Society of Economic Geologists, Inc.
- Plumlee, G.S, 1999, *The Environmental Geology of Mineral Deposits*. In: *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part A: Processes, Techniques and Health Issues* (Eds.: Plumlee, G.S., and M.J. Logsdon). *Reviews in Economic Geology Vol 6A*. Society of Economic Geologists, Inc.
- Plumlee, G.S., dkk. 1999. *Geologic Controls on the Composition of Natural Waters and Mine Waters Draining Diverse Mineral-Deposit Types*. In: *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part B: Case Studies and Research Topics* (Eds.: Filipek, L.H. and G.S. Plumlee). *Reviews in Economic Geology Vol 6B*. Society of Economic Geologists, Inc.