

Analisis Kelayakan Pengkonsetrasian Bijih Emas Menggunakan Teknik Gravitasi Bebas Merkuri Dengan Meja Goyang Dalam Penambangan Emas Sekala Kecil di Wilayah Pertambangan Rakyat Kokap, Kulonprogo

Andri Surya Nata^{1a)}, Aji Mawardi²⁾, dan Ibnu Sobwan³⁾

^{1),3)}Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta/Fakultas Teknologi Mineral, Megister Teknik Tambang

²⁾Universitas Sulawesi Barat/Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil

^{a)}Corresponding author: aji.marwadi@unsulbar.ac.id

ABSTRAK

Pencemaran logam berat merkuri yang diakibatkan oleh aktivitas Penambangan Emas Sekala Kecil (PESK) oleh masyarakat di kokap Kulonprogo sudah melebihi batas aman, walaupun belum ada keluhan pencemaran oleh masyarakat terdampak. Didapatkan hasil data analisis konsentrasi pencemaran merkuri pada tanah di daerah pertambangan sudah mencapai >50 ppm sehingga dibutuhkan pengolahan emas yang ramah lingkungan salah satunya adalah dengan metode gravitasi menggunakan meja goyang. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kecocokan metode pengolahan emas dengan teknik gravitasi menggunakan meja goyang pada Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) di daerah Kokap, Kulonprogo dengan membandingkan karakteristik ukuran bijih logam emas dalam batuan di lokasi penelitian dengan efektivitas derajat liberasi dari pengolahan bijih emas dengan meja goyang. Didapatkan ukuran partikel bijih logam emas dalam batuan dari hasil uji petrografi bijih emas terliberasi pada mineral berukuran 0,01 mm - 0,5 mm (1250 mesh – 35 mesh). Derajat liberasi yang dapat digunakan dalam penggunaan teknik gravitasi menggunakan meja goyang adalah dengan ukuran butir yang relatif kasar yaitu >200 mesh atau > 74 µm. Sehingga dengan besarnya ukuran bijih dalam batuan tersebut memungkinkan pengkonsetrasian bijih emas dapat dilakukan dengan optimal

Kata Kunci: Bijih Emas; Derajat Liberasi; Meja Goyang; Teknik Gravitasi

ABSTRACT

Mercury heavy metal pollution caused by Small Scale Gold Mining activities by the community in Kokap Kulonprogo has exceeded the safe limit, although there have been no complaints about pollution by the affected community. The results obtained from the analysis of the concentration of mercury pollution in the soil in the mining area have reached > 50 ppm so that environmentally friendly gold processing is needed, one of which is the gravity method using a shaking table. The purpose of this study was to analyze the suitability of the gold processing method with gravity method using a shaking table in the Community Mining Area in the Kulonprogo Kokap area by comparing the characteristics of the size of the gold metal ore in the rock in the research area with the effectiveness of the degree of liberation of gold ore processing with a shaking table. The particle size of gold metal ore in the rock was obtained from the petrographic test results of gold ore liberalized on minerals measuring 0.01 mm - 0.5 mm (1250 mesh - 35 mesh). The degree of liberation that can be used in the use of gravity method using a shaking table is a relatively coarse grain size of > 200 mesh or > 74 µm. So that the large size of the ore in the rock allows the concentration of gold ore to be done optimally.

Keywords: Gold Ore; Gravity Method; Shaking Table; Degrees of Liberation

1. PENDAHULUAN

Potensi emas yang ada di Kulon progo sudah dimanfaatkan oleh masyarakat lokal sejak tahun 1991 hingga saat ini dengan proses Penambangan Emas Sekala Kecil (PESK) atau biasa disebut dengan penambangan tradisional. Endapan emas primer merupakan endapan dengan bijih tipe urat (vein) yang berasosiasi dengan mineral logam lain seperti perak, tembaga, dan pirit, yang umumnya ditambang dengan teknik penambangan bawah tanah terutama metode *gophering / coyoting*. Proses pengolahan bijih emas dapat dilakukan dengan berbagai macam

metode, namun yang umum digunakan oleh masyarakat di negara-negara berkembang seperti Indonesia dalam mengelola emas primer adalah dengan menggunakan metode amalgamasi atau lebih tepatnya proses pengikatan logam merkuri (Hg) dengan logam emas (Au). Proses amalgamasi akan menghasilkan limbah atau tailing yang berbahaya apabila mencemari tanah dan air, karena akan terjadi resiko kesehatan yang berdampak kepada kesehatan masyarakat di wilayah tercemar.

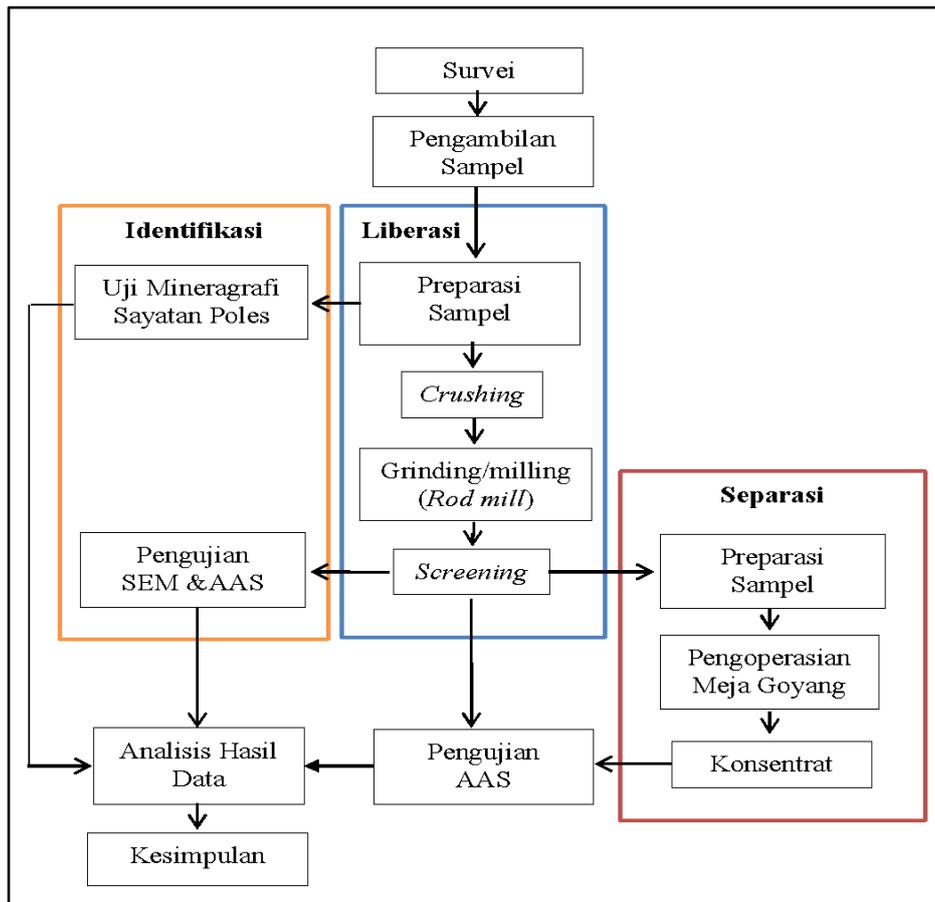
Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tentang pencemaran merkuri di Sangon yang dilakukan oleh (Setiabudi 2005), menunjukkan analisis kadar merkuri dalam tanah sangat tinggi yaitu berkisar >50 ppm Hg, demikian pula dengan hasil tailing yang kesemuanya menunjukkan nilai konsentrasi Hg yang sangat tinggi, yaitu 800 – 6900 ppm. Sehingga perlu adanya alternatif teknologi pengolahan emas lain yang lebih ramah lingkungan, dan salah satunya adalah dengan menggunakan metode gravitasi.

Proses separasi dengan metode gravitasi adalah proses untuk mendapatkan mineral yang diinginkan menggunakan perbedaan berat jenis mineral logam dengan pengotor. Secara prinsip separasi dengan metode gravitasi pada bijih emas bekerja karena logam emas cenderung lebih berat dengan sepesifik gravitasinya $19,5 \text{ gr/cm}^3$ dibandingkan kuarsa (mineral pengotor pada batuan) yang spesifik gravitasinya hanya $2,65 \text{ gr/cm}^3$ yang cenderung lebih ringan. Namun demikian proses pemisahan dengan metode gravitasi efektifitasnya sangat dipengaruhi oleh keseragaman ukuran partikel bijih. Terdapat beberapa tipe pengolahan emas dengan metode gravitasi diantaranya adalah *shaking table*, *centrifugal concentrator*, *vortex bowl*, dan *sluice box* (Global Mercury Project, 2006). Diantara media media pengolahan tersebut secara metalurgi pengkonstrasian dengan *shaking table* atau meja goyang lebih efisien karena dalam prosesnya meja goyang saat dioperasikan mengalirkan lapisan air tipis (*flowing film concentration*) yang secara efektif dapat memisahkan partikel kasar yang ringan dari partikel berat yang berukuran kecil dengan lebih efektif (Wills, 2016).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecocokan proses pengolahan emas di Kokap Kulonprogo dengan teknik gravitasi menggunakan metode separasi meja goyang berdasarkan hasil uji kadar menggunakan AAS.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif yang didasarkan pada tiga tahapan penelitian yaitu identifikasi batuan, liberasi bijih, dan separasi dengan meja goyang (lihat **Gambar 1.**). Data didapatkan uji laboratorium dan dari studi pustaka berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan di lokasi penelitian dengan mengkaji hasil uji laboratorium seperti pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk mengetahui kadar emas hasil liberasi dari proses penggerusan batuan menggunakan *rod mill*. Sampel hasil proses *rod mill* yang digunakan untuk pengujian SEM terbagi menjadi 2 ukuran yaitu -100+200 mesh dan -200+270 mesh yang dihasilkan dari proses pengayakan. Kemudian hasil dari pengujian sampel SEM yang berupa data dijadikan sebagai acuan untuk mencocokkan spesifik hasil liberasi pengolahan emas dengan teknik gravitasi menggunakan metode meja goyang.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Penulis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Geologi Daerah Penelitian

Stratigrafi pada daerah penelitian terbagi kedalam empat bagian diantaranya adalah lava andesit bermasa Oligosen akhir, breksi andesit bermasa Miosen Awal, kemudian batu gamping yang berkisar Miosen Awal. Terbentuknya struktur geologi pada daerah ini disebabkan tumbukan antara dua sesar besar yang berjenis geser, berupa dua sesar geser sinistral yang berarah timur laut - barat daya dengan arah gaya pembentuk utara – selatan dan satu sesar sinistral yang berarah barat laut – tenggara.

b. Identifikasi Mineral

Mineralisasi Emas yang terdapat pada daerah Kokap, Kulonprogo, DIY, merupakan alterasi yang bertipe propilik kemudian terbentuk pada temperatur 200-300°C, dengan salinitas beragam beserta kadar pH netral yang dicirikan kehadiran mineral mineral inti seperti epidot, klorit, dan karbonat. Alterasi bertipe propilitik masuk kedalam sistim hidrotermal berjenis mesotermal.



Gambar 2. Sampel Batuan Mengandung Logam di Wilayah Kokap
 Sumber: *Survei Lapangan (2017)*

Kemudian hasil pengujian analisis menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*) menunjukkan hasil sampel batuan memiliki kandungan emas yang terbilang rendah apabila dibandingkan dengan mineral mineral logam yang lain seperti tembaga (Cu), Timah (Pb), Perak (Ag), Zink (Zn) yang dapat di lihat pada tabel berikut (Purnamawati, 2012).

Tabel 1. Hasil Analisis sampel Batuan Urat Kuarsa Wilayah Kokap Kulonprogo

Unsur dalam Analisis (Ppm)	Hasil (ppm)
Tembaga (Cu)	218
Timah (Pb)	2655
Zinc (Ag)	503
Perak (Ag)	65
Emas (Au)	1,274

Sumber: Purnawati (2012)

c. Analisis Liberasi Bijih

Untuk mendapatkan ukuran fraksi mineral emas yang sesuai yaitu dengan melakukan tahapan proses kominusi menggunakan Peremuk dan penggerus. Dilakukan dua tahap peremukan dengan *jaw crusher* yaitu tahap *primary crushing* dengan variansi open setting 1,1 cm - 2,0 cm dan *secondary crushing* dengan variansi open setting 0,5 cm - 0,7 cm. Kemudian penggerusan menggunakan grinding mill dengan variansi waktu 1 jam dengan jumlah rod 4, waktu 1 jam dengan jumlah rod 5, waktu 1 jam dengan jumlah rod 6, waktu 1,5 jam dengan jumlah rod 5, dan waktu 2 jam jumlah rod 5. Distribusi ukuran sesudah penggerusan dilakukan dengan pengayakan 28 mesh, 48 mesh, 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh. Variansi setting yang optimal yaitu *primary crushing* 1,5 cm dan *secondary crushing* pada setting 0,6 cm dan menghasilkan ukuran butir terbanyak pada ukuran -150 +200 mesh adalah dengan rekayasa waktu grinding selama 2 jam dan jumlah rod sebanyak 5. Pengamatan dengan pengujian Petrografi bijih emas dari desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo terdapat pada mineral berukuran 0,01 mm - 0,5 mm dengan hasil pengamatan dari *Scanning Electron Microscopy* menunjukkan bijih emas terliberasi pada fraksi -100 mesh, -150 mesh, dan -200 mesh (Pita, 2018).

Hasil pengayakan sampel bijih kemudian dibagi menjadi dua fraksi ukuran yaitu -100 + 200 mesh dan -200 + 270 mesh. kemudain sampel diuji kandungan emasnya menggunakan pengujian AAS di Laboratorium Terpadu, UII. Berdasarkan hasil pengujian kadar menggunakan AAS dari sampel hasil liberasi yang telah di ayak didapati masing-masing fraksi

ukuran bijih adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kandungan Emas dalam Fraksi Ukuran Bijih

Fraksi Ukuran Bijih (mesh)	Ukuran Bijih (mikron)	Kadar Emas (ppm)
-100 + 200	149 + 74	0,051
-200 + 270	74 + 53	0,08

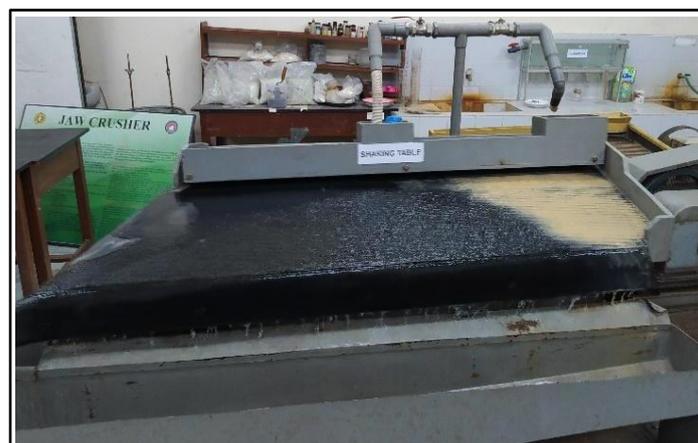
Sumber: Hasil uji AAS (2020)

Data kadar yang sudah didapatkan menunjukkan kandungan emas yang terkandung dalam sampel fraksi ukuran bijih, sangat kecil apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukn oleh Purnawati, 2012 hal ini dikarenakan perbedaan metode sampling dan jenis sampel.

d. Separasi dengan Metode Meja Goyang

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam metode gravitasi salah satunya adalah proses liberasi dengan menggunakan *rodmill*. Semakin seragam ukuran partikel maka semakin efektif konsentrat terperangkap dalam media gravitasi. Kondisi operasi terbaik dalam pengecilan ukuran bijih emas menggunakan *rodmill* adalah 10 rod dengan kecepatan putar 85 rpm dengan waktu millingnya adalah sekitar 120 menit dengan ukuran partikel terbaik yaitu -100+200 mesh (Ferdana, 2018)

Meja goyang atau yang biasa disebut dengan *shaking table* merupakan proses pengolahan emas dengan metode gravitasi. Pengoprasiannya menggunakan perangkat mekanik yang memisahkan material dengan cara mengalirkan air yang tipis (*flowing film concentration*) pada suatu meja bergoyang, dilengkapi dengan penghalang (*rifle*), kemudian digerakkan dengan kecepatan konstan yang berkisar 85 rpm tergantung optimalisasinya menyesuaikan dengan kemiringan meja maupun ukuran butir. Faktor yang mempengaruhi kinerja meja goyang antara lain ukuran dari umpan, Operasional (*roughing/cleaning*) dan perbedaan berat jenis mineral (Sajima, 2012).



Gambar 3. Media Pengolahan Emas dengan Separasi Meja Goyang

Sumber: Dokumentasi Pengujian (2020)

Ketika lapisan air yang tipis mengalir di atas permukaan yang datar dan miring, air yang paling dekat dengan permukaan terhambat oleh gesekan air yang diserap pada permukaan dan kecepatannya meningkat menuju permukaan air. Jika partikel mineral dimasukkan ke dalam lapisan tipis, partikel kecil tidak akan bergerak secepat partikel besar, karena mereka akan tenggelam dalam bagian lapisan yang bergerak lebih lambat. Partikel dengan berat jenis yang tinggi akan bergerak lebih lambat dari pada partikel yang lebih ringan, sehingga perpindahan

lateral material akan dihasilkan. Lapisan tipis yang mengalir secara efektif dapat memisahkan partikel kasar yang ringan dari partikel berat yang berukuran kecil, dan mekanisme ini dimanfaatkan sampai batas tertentu dalam konsentrator meja goyang, yang mungkin merupakan bentuk konsentrator gravitasi yang paling efisien secara metalurgi, yang digunakan untuk pengolahan skala kecil dan untuk menghasilkan konsentrat jadi dari hasil pengolahan bentuk lain dari metode gravitasi.

Separasi dengan meja goyang menggunakan variabel operasi diantaranya fraksi ukuran partikel dengan fraksi -100+200 mesh dan -200+270mesh, kecepatan aliran air 7 l/menit dan 14 l/menit, dan kemiringan meja 5° dan 10°. Didapatkan hasil berdasarkan tabel 3 kandungan emas tertinggi didapatkan pada sampel 1A2A3B dengan Kadar emas sebesar 1,51 ppm. Sedangkan kadar emas yang paling rendah didapatkan nilainya sebesar 0,11 ppm pada sampel 1B2B3B. setiap fraksi ukuran memiliki variasi kadar yang berbeda-beda untuk fraksi ukuran 1A (+100-200) nilai terkecil didapati pada sampel 1A3A3B dengan nilai 0,46 ppm sedangkan nilai tertinggi didapati pada sampel 1A2A3B dengan kadar 1,55. Sedangkan untuk fraksi sampel 1B (+200-270) nilai terkecil didapati dengan kadar 0,11 ppm dengan kadar tertinggi sebesar 0,81 ppm.

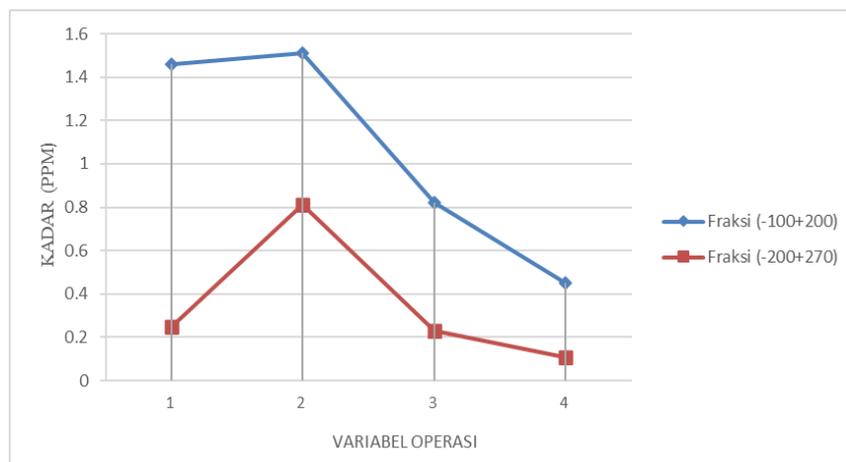
Tabel 3. Kadar Emas Setelah dilakukan separasi

No	Kode Sampel	Fraksi Ukuran (Mesh)	Kecepatan Aliran (l/menit)	Kemiringan Meja (°)	Berat Umpan (gram)	Kadar Emas (ppm)
1	1A2A3A	-100+200	7	5	1,200	1.46
2	1A2A3B	-100+200	7	10	1,200	1.51
3	1A2B3A	-100+200	14	5	1,200	0.82
4	1A2B3B	-100+200	14	10	1,200	0.45
1	1B2A3A	-200+270	7	5	1,200	0.25
2	1B2A3B	-200+270	7	10	1,200	0.81
3	1B2B3A	-200+270	14	5	1,200	0.23
4	1B2B3B	-200+270	14	10	1,200	0.11

Sumber: Hasil Uji Separasi Meja Goyang (2020)

Berdasarkan tabel 3. pada fraksi ukuran -100+200 didapatkan nilai kadar terkecil dalam uji coba separasi meja goyang yaitu 0,06 ppm pada sampel uji 1A2B3C sedangkan nilai tertingginya yaitu 0,45 pada sampel uji 1A2C3C. perbandingan nilai dapat dilihat pada **Gambar 4.**

Berdasarkan grafik 4 diketahui bahwa sampel 1A2B3C memiliki nilai kadar tertinggi di antara nilai kadar Au pada kelompok sampel 1A lainnya. Sampel 1A2B3C memiliki variabel operasi yaitu laju aliran sebesar 15 l/menit dengan kemiringan meja sebesar 10°. hal ini menunjukkan efek distribusi dari partikel yang akan dipisahkan di atas meja goyang dipengaruhi oleh kemiringan meja. Kemiringan meja yang kecil (*ramp*) menyebabkan kecepatan aliran fluida melintang rendah sehingga partikelnya didorong ke tempat penampungan konsentrat. Dalam penelitian ini separasi menggunakan meja goyang ada dua Macam kemiringan, yaitu kemiringan yang ditentukan dari sisi kotak umpan ke sisi ujung tailing (kemiringan meja) dan pergerakan lereng sepanjang (gerakan) yang ditentukan dari mesin penggerak sampai sisi ujung terkonsentrasi (kemiringan longitudinal). Membujur kemiringan biasanya dibuat tetap. Ukuran partikel dan berat jenis partikel juga mempengaruhi kecepatan partikel pada kemiringan tertentu.



Gambar 4. Grafik Perolehan Kadar Au Pada Fraksi

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Kemiringan dalam percobaan ini menggunakan batas bawah 5° dan batas atas 10° , perbedaan kemiringan ini memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap efektifitas separasi, kemiringan meja akan berpengaruh pada efek distribusi partikel yang akan dipisahkan. Kemiringan dek yang kecil akan menyebabkan kecepatan aliran fluida menurun menyebabkan proses separasi tidak efektif antara partikel berat dan partikel ringan, sehingga konsentrasi menjadi tidak maksimal. Sedangkan kemiringan meja yang curam (10°) menghasilkan aliran fluida yang lebih cepat yang juga menyebabkan turbulensi semakin besar sehingga partikel pengotor yang memiliki massa jenis kecil akan terbawa dan terakumulasi di tailing.

Kemiringan meja memiliki batas optimal, bukan berarti semakin besar kemiringan meja separasi akan menjadi lebih efektif, hal tersebut dapat terjadi jika partikel terlalu kecil maka arus fluida akan mendorong partikel halus (fraksi-200+270) terlalu kuat hingga masuk ke tailing. Hal tersebut terlihat dari **Gambar 4** pada sampel 1B2B3B yang terjadi penurunan kadar akibat kemiringan yang terlalu curam bersamaan dengan besarnya aliran air yang diterima.

4. KESIMPULAN

Hasil pengamatan mineragrafi kandungan mineral dalam sampel batuan Di Dusun Pelampang menunjukkan emas dijumpai dalam bentuk tunggal dan berasosiasi dengan mineral lain yaitu pirit, arsenopirit, dan kalkopirit. Batuan dapat terliberasi sempurna dengan jumlah kadar untuk fraksi ukuran partikel -100+200 mesh yaitu 0,051 ppm dan untuk fraksi ukuran partikel -200+270 mesh yaitu 0,87 ppm.

Berdasarkan variabel operasi separasi dengan meja goyang yang optimal untuk deposit Di Dusun Pelampang, Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap yaitu dengan fraksi ukuran partikel -100+200 mesh dengan variabel operasi kecepatan aliran 7 l/menit dan kemiringan meja sebesar 10° didapatkan kadar emasnya sebesar 1,51 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Pengolahan Bahan Galian (LPBG) Jurusan Tambang, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Negeri “Veteran” Yogyakarta, yang telah memberikan izin dan memfasilitasi dalam penggunaan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Appel, P.W.U. & Na'oy, L.D., 2014. Mercury-Free Gold Extraction Using Borax for Small-Scale Gold Miners. *Journal of Enviromental Protection. Scientific Research Publishing*. 493-499.
- Ernawati, R., Idrus, A., & Pertus, H T B M., 2018. Study of the optimization of gold ore concentration using gravity separator (shaking table): case study for LS epithermal gold deposit in Artisanal Small scale Gold Mining (ASGM) Paningkaban, Banyumas, Central Java. *IOP Conference* 10.1088/1755.
- Ferdana, A.D., Petrus H.T.B.M., Bendiyasa, I.M., Prijambada, I.D., Hamada, F., & Sachiko, T., 2018. Optimization of Gold Ore Sumbawa Separation Using Gravity Method: Shaking Table. *AIP Conference Proceedings* 1945 (020070).ref
- Global Mercury Project, 2006. *Removal of Barriers to Introduction of CleancerArtisenal Gold Mining and Extraction Technologies: Manual for Training Artisenal and Smal Scale Gold Miners*. United Nation Development Organization (UNIDO). Project EG/GLO/01/G34.
- Gul, A., Kangel, O., Sirkeci, A.A. & Onal, G., 2010. Beneficiation of the Gold Bearing Ore by Gravity and Flotation. *International Journal of Minerals, Metalurgy, and Materials*. 19 (2).
- Idrus, A., Warmada, I.W., Satriadi, & Nabila, A.S., 2014. Mineralisasi Emas di Kalisat, Magelang, Jawa Tengah: Prospek Emas Tipe Epitthermal Sulfidasi Rendah di Pegunungan Kulonprogo-Menoreh. *Proceeding Annual Engineering Seminar 2014*, ISBN 978-602-98726-3-7
- Pita, M., 2018. Analisis Preparasi Sampel Bijih Emas Dengan Pemisahan Menggunakan Eluotriat (ET1000), Pada Pertambangan Rakyat di Kec. Kokap, Kab. Kulonprogo, Yogyakarta. *Tesis*, UPN "Veteran" Yogyakarta, E-prints UPNYK
- Purnamawati, D.I. & Tapilatu, S.R., 2012. Ganesa dan Kelimpahan Mineral Logam Emas, dan Asosiasinya Berdasarkan Analisis Petrografi, Dan Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS), di Daerah Sangon, Kabupaten Kulonprogo, DIY. *Jurnal Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*. 5 (2).
- Sajima, Sunardjo & Mulyono, 2012. Pembuatan Konsentrat Zirkon Dari Pasir Zirkon Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Penelitian dan Pengolahan Perangkat Nuklir*. ISSN 218-8178.
- Wills, B.A., & Finch, J.A., 2016. *Wills' Mineral Processing Technology An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*, Elsevier, Oxford, ISBN: 978-0-08-097053-0.