

Studi Pemisahan Emas dari Batuan Bijih Emas Asal Daerah Poboya (Sulawesi Tengah) dengan Menggunakan Teknik *Flotation and Sink* dengan Media Tetrabromoetana (TBE)

The Separation Study of Poboya Ore Gold (Central Sulawesi) with Flotation and Sink Tehniques with TBE (Tetrabromoethane) as a Media

Ila Israwaty

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Makassar

Ila.israwaty@gmail.com

ABSTRAK

Teknik flotation and sink merupakan salah satu teknik pemisahan emas ramah lingkungan. Pada penelitian ini dibuat beberapa variasi ukuran partikel batuan yaitu pada ukuran (177- 231 μm), (88-177 μm), (53- 88 μm), dan <53 μm . Sampel digunakan masing-masing sebanyak 20 gram dan TBE sebanyak 15 mL. Terbentuk dua fasa yaitu fasa tenggelam dan fasa terapung. Analisis kandungan emas dilakukan dengan menggunakan AAS GBC Avanta. Kondisi pemisahan terbaik pada variasi ukuran 88-177 μm . Pemekatan konsentrasi emas sebesar 34 kali (fasa tenggelam : 6592,69 ppm, sampel : 204,14 ppm). Persen rendemen sebesar 2,84 % dan persen loss sebesar 27,58 %. Persen recovery TBE sebesar 76,67 % (ukuran 177-231 μm). Hasil XRD menunjukkan bahwa batuan sebagian besar terdiri dari SiO_2 dan CaCO_3 . Hasil XRF diketahui kandungan emas sebesar 0,036 %. Hasil analisis pada fasa terapung tidak ditemukannya lagi keberadaan emas.

Kata Kunci: *Emas, pemisahan emas, Flotation and Sink, tetrabromoetana (TBE).*

ABSTRACK

Flotation and sink techniques is one of the gold separation environmentally friendly techniques. In this study made several variations of the particle size of rock that is the size (177-231 μm), (88-177 μm), (53-88 μm), and <53 μm . Each sample is used as much as 20 grams and as many as 15 mL TBE. Formed two phases, sinking phase and floating phase. Gold content analysis performed using GBC Avanta AAS. The best separation conditions on the variations of size 88-177 μm . Concentration of gold concentration by 34 times (phase sinks: 6592.69 ppm, sample: 204.14 ppm). Percent yield of 2.84% and the percent loss of 27.58%. Percent recovery of 76.67% TBE (size 177-231 μm). XRD results indicate that the rock consists mainly of SiO_2 and CaCO_3 . Results XRF known to gold content amounting to 0.036%. The analysis on the floating phase is no longer finding the existence of gold.

Key Words : *Gold, gold separation, flotation and sink, tetrabromoethane (TBE).*

PENDAHULUAN

Proses pemisahan emas pada umumnya menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya. Sianida dan merkuri merupakan bahan kimia yang umum digunakan pada proses pemisahan emas yaitu amalgamasi dan sianidasi. Limbah kedua teknik ini sangat berbahaya bagi manusia dan ekosistem. Upaya untuk mencari teknik alternatif selain penggunaan merkuri dan sianida telah dilakukan sejak lama. Teknik *flotation and sink* adalah salah satu teknik alternatif tersebut. Teknik ini lebih sederhana, lebih ekonomis dan lebih ramah lingkungan. Larutan TBE juga dapat diperoleh kembali setelah proses pemisahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimal pemisahan bijih emas asal Daerah Poboya (Sulawesi Tengah) dengan menggunakan media TBE.

METODE

A. Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan selama penelitian ini adalah peralatan yang umum digunakan di laboratorium kimia analitik. Ayakan 231 μm , 177 μm , 88 μm , 53 μm , *magnetic stirrer*, dan pipet mikro *Eppendorf*. Untuk analisis kandungan emas menggunakan Spektrometri Serapan Atom (SSA/AAS) GBC Avanta. Analisis lanjutan menggunakan PW 1710 Based Diffractometer (XRD) (Laboratorium pertambangan ITB) dan Sequential X-Ray Fluorescence (XRF) Spectrometer ADVANT XP Thermo ARL (PPPGL Bandung).

Bahan-bahan kimia yang digunakan memiliki kualitas pro analisis yaitu larutan HCl pekat, HNO₃ pekat, dan Aseton. Larutan tetrabromoetana (TBE), surfaktan, larutan standar emas AuCl₄⁻ 1452 ppm, air demineral (aqua DM) dan sampel bijih

emas yang berasal dari Poboya (Sulawesi Tengah).

B. Prosedur Kerja

1. Preparasi Sampel

Batuan ditumbuk halus dengan menggunakan alat *mortar grinder*. Setelah halus, batuan diayak hingga lolos ayakan 231 μm , kemudian diambil 3/4 bagian kemudian dihaluskan lagi hingga lolos ayakan 177 μm , kemudian batuan yang telah lolos ayakan tadi diambil 1/2 bagian kemudian dihaluskan lagi hingga lolos ayakan 88 μm , setelah itu diambil 1/4 bagian kemudian ditumbuk hingga semuanya lolos ayakan 53 μm . Sampel batuan yang telah lolos ayakan tadi masing-masing dihomogenkan dan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 1 jam.

2. Pemisahan Bijih Emas dan Silika

Batuan dengan berbagai ukuran tadi ditimbang masing-masing sebanyak 20 gram. Kemudian sebanyak 15 mL TBE (tetrabromoethane) dimasukkan ke dalam corong pisah. Sampel batuan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam corong pisah sambil diaduk menggunakan batang pengaduk. Di dalam corong pisah, serbuk batuan tersebut akan terpisah menjadi dua fasa yaitu fasa tenggelam dan fasa terapung

3. Pengukuran Kadar Emas dengan AAS

Sebelum melakukan pengukuran kadar emas dengan menggunakan AAS, masing-masing sampel didestruksi terlebih dahulu. Sampel batuan murni, dan fase tenggelam ditimbang sebanyak 1 gram. Kemudian ditambahkan aqua regia (campuran HCl pekat dan HNO₃ pekat dengan perbandingan 3:1) sebanyak 20 mL. Campuran kemudian dipanaskan sampai mendidih selama 30 menit. Saat campuran hampir kering, tambahkan lagi 5 mL HCl 6M. campuran kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam labu

takar 100 mL dan ditandabatkan dengan aqua demineral. Larutan seri standar emas dibuat beberapa seri konsentrasi yaitu 1, 2, 4, 6 dan 8 ppm.

4. Penggunaan Kembali Larutan TBE

TBE yang telah digunakan dapat digunakan kembali. TBE yang masih terdapat pada serbuk batuan dapat dihilangkan dengan menambahkan aseton kemudian dipanaskan. TBE yang didapatkan kemudian dapat digunakan kembali untuk proses pemisahan.

5. Analisis Lanjut Menggunakan XRD dan XRF

Sampel batuan dianalisis dengan X-Ray PW 1710 Based Diffractometer (XRD)(Laboratorium Pertambangan ITB). Sampel batuan murni tanpa perlakuan dan contoh sampel fasa terapung dianalisis lanjut dengan Sequential X-Ray Fluorescence (XRF) Spectrometer ADVANT XP Thermo ARL (PPPGL Bandung).

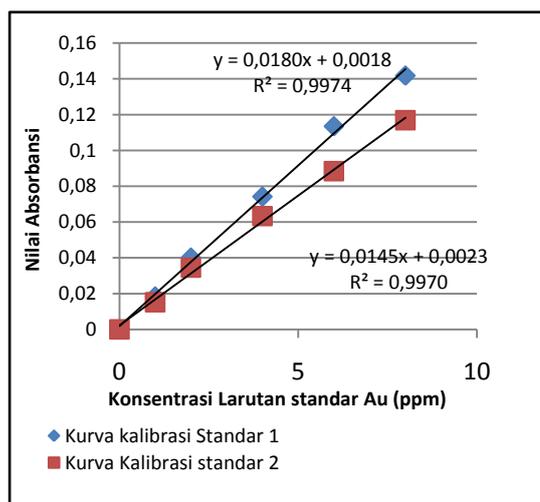
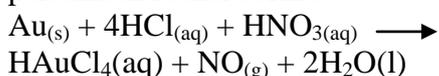
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kurva Kalibrasi Standar Emas

Penelitian ini dimulai dengan mengukur larutan seri standar 1,2,4,6 dan 8 ppm AuCl_4^- dengan larutan induk AuCl_4^- 1452 ppm. Gambar 1. dari kedua kurva kalibrasi standar diperlihatkan bahwa koefisien *slope* dari kurva kalibrasi selalu berubah-ubah pada setiap pengukuran sehingga pada setiap pengukuran harus dibuat standar baru.

B. Destruksi Sampel

Sampel batuan, fasa tenggelam dan fasa terapung didestruksi dengan menggunakan aqua regia (campuran HCl pekat dan HNO_3 pekat dengan perbandingan 3:1). Reaksi kimia pada saat destruksi dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Standar Emas Pemisahan Cara 1 dan Cara 2

C. Penentuan Kadar Emas Dengan AAS

AAS GBC Avanta digunakan untuk penentuan kadar emas pada sampel batuan, fasa tenggelam dan fasa terapung. *Hallow Cathode Lamp* yang digunakan khusus untuk penentuan emas dengan panjang gelombang 242,8 nm. Pengujian dilakukan secara duplo. Tabel 1 diperlihatkan hasil pengukuran konsentrasi emas dalam sampel berikut ini.

D. Pemisahan Emas dengan Teknik Flotation and Sink

Teknik *flotation and sink* adalah suatu teknik pemisahan yang berdasarkan perbedaan berat jenis dari masing-masing kandungan batuan. Pada penelitian ini menggunakan media TBE dengan berat jenis 2,97 gram/mL. Material-material dalam hal ini merupakan logam yang memiliki berat jenis yang lebih besar dari TBE akan tenggelam, sedangkan material-material yang memiliki berat jenis lebih rendah daripada TBE akan mengapung. Emas merupakan salah satu logam yang memiliki berat jenis yang cukup tinggi, sehingga dalam pemisahan

ini emas diperkirakan akan mudah mengendap. Adapun data beberapa material yang dapat dipisahkan oleh tetrabromotana (TBE) berdasarkan berat jenisnya dapat dilihat pada tabel 2. Pemisahan emas dan silika dengan teknik *flotation and sink* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua cara. Perbedaan antara cara pertama dan cara kedua terletak pada proses pengadukan.

E. Pemisahan Emas dan Silika cara 1 dan 2

Hasil pemisahan emas cara 1 dan 2 diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data Berat Jenis beberapa Logam dan Mineral Sulfida

Logam	Berat Jenis (gram/mL)	Mineral Sulfida	Berat Jenis (gram/mL)
Al	2,7	Al ₂ S ₃	2,32
Zn	7,13	ZnS	4,0
Fe	7,87	FeS	4,84
Cu	8,96	CuS	4,6
Ag	10,49	Ag ₂ S	7,23
Hg	13,55	HgS	8,10
Au	19,32	Au ₂ S ₃	8,75
Pb	11,36	PbS	7,5

Sumber : *Chemistry of Precious Metals*

Tabel 1. Hasil pengukuran dengan AAS

No	Sampel	Ukuran	Cara Pertama			Cara Kedua		
			A1	A2	Ax	A1	A2	Ax
1.	Sampel batuan	231 µm	0,0115	0,0116	0,0116	0,0026	0,0025	0,00255
		177 µm	0,0297	0,0342	0,0319	0,0031	0,0031	0,0031
		88 µm	0,0279	0,0311	0,0295	0,0028	0,0026	0,0027
		53 µm	0,0238	0,0242	0,0240	0,0018	0,0019	0,00185
2.	Fasa Tenggelam	231 µm	0,0105	0,0106	0,0106	0,0012	0,0013	0,00125
		177 µm	0,0245	0,0209	0,0227	0,0017	0,0018	0,00175
		88 µm	0,0177	0,0179	0,0178	0,0013	0,0012	0,00125
		53 µm	0,0157	0,0187	0,0172	0,0010	0,0009	0,0010
3.	Fasa Terapung	231 µm	0,0086	0,0086	0,0086	0,0018	0,0017	0,00175
		177 µm	0,0221	0,0236	0,0229	0,0018	0,0018	0,0018
		88 µm	0,0190	0,0198	0,0194	0,0016	0,0016	0,0016
		53 µm	0,0159	0,0152	0,0156	0,0016	0,0014	0,0015

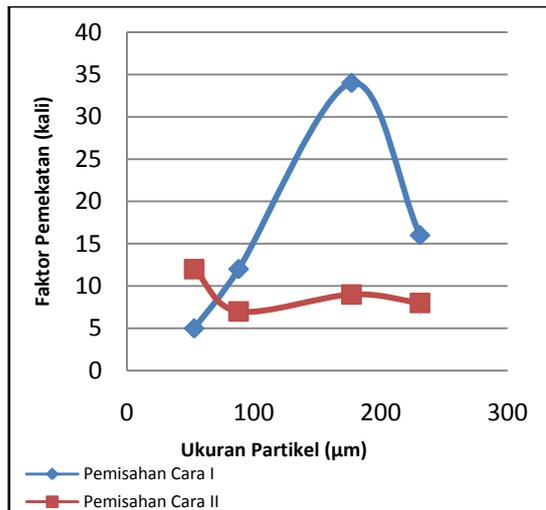
Tabel 3. Hasil Proses Pemisahan Cara 1 dan Cara 2

Ukuran partikel	Massa Sampel (gram)	Kadar Emas (ppm)	Cara 1	
			Massa Fasa Tenggelam (gram)	Kadar Emas (ppm)
<53 µm	20,0045	149,65	0,1187	720,81
53-88 µm	20,0020	153,89	0,0491	1810,39
88-177 µm	20,0051	204,14	0,0167	6952,69
177-231 µm	20,0025	54,44	0,0559	874,60
Cara 2				
<53 µm	20,0004	25,76	0,0411	218,13
53-88 µm	20,0008	31,31	0,0654	280,63
88-177 µm	20,0012	27,27	0,0630	193,12
177-231 µm	20,0005	18,69	0,0579	233,58

1. Faktor Pemekatan

Faktor pemekatan yang didapatkan dari pemisahan cara 1 dan 2 diperlihatkan pada Gambar 2. Faktor pemekatan tertinggi pada pemisahan cara

1 dengan variasi ukuran 88-177 µm yaitu sebesar 34 kali (fasa tenggelam : 6952,69 ppm, sampel : 204,14 ppm).



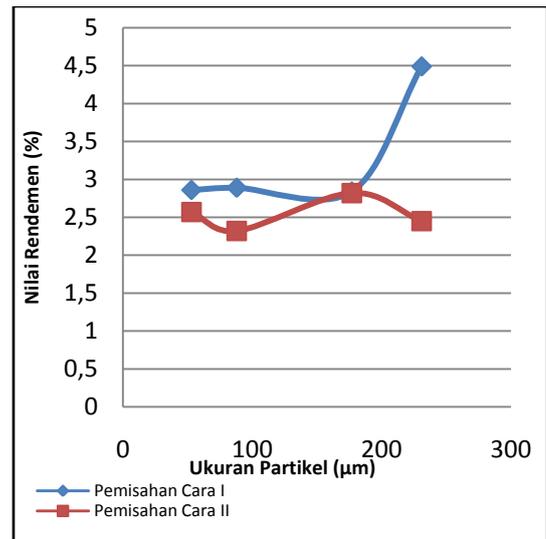
Gambar 2. Faktor Pemekatan

2. Persen Rendemen

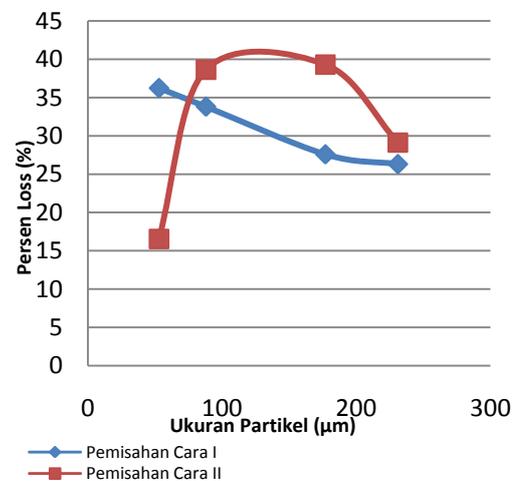
Persen rendemen merupakan persen perbandingan antara massa emas yang diperoleh pada fasa tenggelam dengan sampel (teoritis). Rendahnya persen rendemen yang didapatkan disebabkan oleh proses pemisahan yang tidak sempurna. Emas yang tidak terpisah dengan baik masih berada di fasa terapung. Hal tersebut dapat disebabkan oleh emas yang terabsorpsi oleh silika sehingga pada proses pemisahan, massa jenis silika lebih berpengaruh. Gambar 3. dapat diperlihatkan nilai persen rendemen dari kedua cara dengan variasi ukuran sebagai berikut.

3. Persen Loss

Persen *loss* merupakan persen massa emas yang hilang selama proses pemisahan. Gambar 4. dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada beberapa variasi ukuran batuan. Tingginya persen *loss* disebabkan pemisahan tidak berlangsung dengan baik. Emas terabsorpsi oleh mineral silika sehingga berat jenis yang berperan pada proses flotasi menggunakan TBE (2,97 gram/mL) adalah berat jenis dari silika, sehingga emas sebagian berada pada fasa terapung.



Gambar 3. Nilai Persen Rendemen



Gambar 4. Nilai Persen Loss

F. Tingginya Persen Loss

Menurut penelitian sebelumnya oleh Ounpuu (1992), besarnya persen *loss* dalam proses flotasi dapat disebabkan oleh beberapa sebab, diantara lain :

1. *Heavy liquid* yang digunakan tidak tahan terhadap suhu panas.
2. Batuan bijih yang diproses tidak dibebaskan terlebih dahulu.
3. Ukuran partikel yang digunakan terlalu kasar atau besar ($< 150 \mu\text{m}$).
4. Partikel lain tertanam ke dalam emas ataupun sebaliknya.

5. Kondisi flotasi yang tidak benar. Tingginya persen Loss juga didapatkan pada penelitian ini. Ukuran partikel batuan sangat berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan dari proses pemisahan. Partikel lain yang tertanam ataupun sebaliknya juga didapatkan pada penelitian ini. Pengujian kembali terhadap kondisi flotasi yang tidak benar ternyata sangat efektif untuk mengurangi persen Loss. Persen Loss dapat diturunkan sebesar 6,45 %.

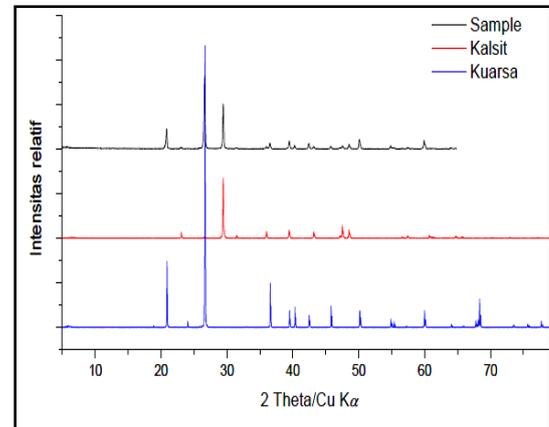
G. Penggunaan Kembali TBE

Aseton digunakan untuk pemisahan TBE dari fasa terapung. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan suatu kesimpulan bahwa semakin besar ukuran batuan maka akan semakin besar tingkat perolehan kembali TBE. Pada ukuran partikel batuan 177-231 μm , % recovery TBE sebesar 76,67% sedangkan pada ukuran partikel 177 μm sebesar 52,67%, 88 μm sebesar 42,67 % dan <53 μm sebesar 33,33 %. Semakin kecil ukuran partikel (semakin bubuk) maka campuran antara TBE dan batuan akan semakin kental atau semakin gel. Hal ini menyebabkan TBE semakin sukar dilarutkan dengan menggunakan aseton. Sehingga perolehan kembali TBE pada proses pemisahan semakin sedikit. Selain itu, semakin kecil ukuran partikel batuan maka semakin besar luas permukaan. Perbandingan massa antara partikel batuan dan massa TBE yaitu semakin kecil ukuran partikel batuan maka semakin banyak massa partikel TBE yang diperlukan untuk proses pemisahannya.

H. Analisis Lanjutan Sampel dan Hasil Pemisahan

Analisis lanjutan sampel batuan dilakukan di Laboratorium Pertambangan ITB. Sampel batuan diuji dengan menggunakan X-Ray PW 1710 Based Diffractometer (XRD). dari hasil

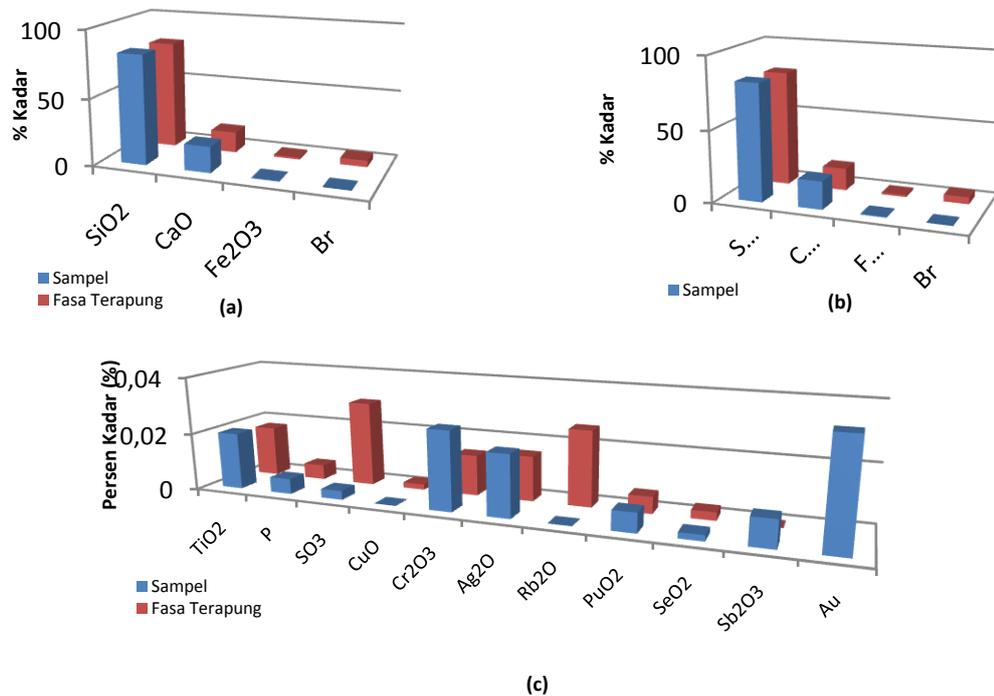
pengujian didapatkan bahwa kandungan terbesar dari sampel batuan yaitu berupa SiO_2 dan CaCO_3 . Hasil pengukuran diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Difraktogram Sampel Batuan

Analisis lanjutan untuk sampel batuan dan hasil proses pemisahan dilakukan di Laboratorium Survey Geologi (PPPGL Bandung). Sampel diuji menggunakan Sequential X-Ray Fluorescence (XRF) Spectrometer ADVANT XP Thermo ARL. Hasil Analisis diperlihatkan pada Gambar 6.

Mineral Oksida yang mengalami penurunan pada fasa terapung terindikasikan bahwa terjadi pengendapan pada proses pemisahan. Mineral Oksida yang mengalami kenaikan konsentrasi akibat proses pemisahan terindikasikan bahwa mineral oksida tersebut terkonsentrasi pada fasa terapung. Tingginya persen LOI (Loss of Ignition) menunjukkan bahwa TBE belum terpisah secara baik dari fasa terapung. Pemisahan emas berhasil dilakukan dengan tidak terbacanya keberadaan emas pada instrumen



Gambar 6. Hasil Analisis dengan XRF (a) bagian 1, (b) bagian 2, (c) bagian 3

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemisahan emas dengan menggunakan teknik flotation and sink dengan media tetrabromoetana (TBE) berhasil dilakukan. Hasil dari teknik flotation and sink ini menghasilkan kondisi optimum pemisahan bantuan dengan media TBE pada fraksi ukuran batuan 88-177 μm dengan kemampuan pemekatan sebesar 34 kali. Kandungan emas yang berhasil dipisahkan mencapai kandungan 0,69 %. Ukuran partikel batuan berpengaruh terhadap persen recovery TBE. Pada fraksi ukuran 177-231 μm memiliki % recovery terbesar yaitu sebesar 76,67 %.

DAFTAR PUSTAKA

Cotton, S. A., (1997). *Chemistry of Precious metals*. London : Blackie Academic and Professional. 273-279.

Marsden, John O. and C. Iain House., (2006). *The Chemistry of Gold Extraction Second Edition*. New York : SME

Stephen, L., Chryssoulis., Daniela Venter., Stamen Dimov., (2003). *On The Floatability of Gold Grains*. Proceedings 35th Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors: Canada.

Ounpuu, M., (1992). *Gravity Concentration of Gold from Base Metal Flotation Mills*. 24th Annual Meeting of The Canadian Mineral Processor. Ottawa, Ontario, Canada : Noranda Technology Centre.

Rivett, T. G Wood. And B Lumsden., (2007). *Improving Fine Copper and Gold Flotation recovery – A Plant Evaluation*. Ninth Mill Operators Conference.