



Studi *Recovery* Tembaga pada Proses *Froth Flotation* dari Bijih Tembaga Papua, Indonesia dengan Variasi pH dan Konsentrasi Kolektor

Ivano Heimbach¹, Himawan Tri Bayu Murti Petrus¹, Agus Prasetya¹, Arifudin Idrus²,
Daniel Timotius³, Yuni Kusumastuti¹, Sutijan^{1*}

¹Departemen Teknik Kimia, FT, UGM Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta, 55281, Indonesia

²Departemen Teknik Geologi, FT, UGM Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta, 55281, Indonesia

³Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN Jl. Babarsari No. 2. Tambak Bayan, Yogyakarta, 55281, Indonesia

*E-mail: sutijan@ugm.ac.id

Abstract

In the process of flotation of copper-bearing ore, several factors such as the concentration of the collector used and the pH of the fluid used can have an impact. In this study, observations were made on the influence of collector concentration and pH on the recovery of copper ores from Papua, Indonesia. The ore samples were obtained from three different site. Preparation of samples were conducted by crushing and sieving to obtain solid particles with a size of +200 mesh. The fine particles then fed into froth flotation device. Froth flotation operations were carried out at different operating condition namely pH (pH 3, pH 6, and pH 9), xanthate concentration (1300, 2000, and 2600 ppm), and time (3, 5, 7, and 14 minutes). The froth and tailings were collected separately and dried in an oven at 60°C. The feed, froth, and tailings were then subjected to EDX analysis to determine their compositions. The results of the experiment showed that higher collector concentrations did not necessarily lead to increased copper recovery. The appropriate pH conditions, however, could optimize copper recovery. The optimum conditions obtained from this experiment were xanthate concentration of 2000 ppm, pH of 3, and the ore sample 2

Keywords: Flotation; Collector; Recovery; Frother; Xanthate

Pendahuluan

Berdasarkan UU no 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, seluruh pelaksana kegiatan diwajibkan untuk meningkatkan nilai tambah sumber daya mineral atau batubara. Dengan adanya aturan ini setiap perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan nilai dari sumber daya mineral yang berhasil mereka tambang. Dengan begitu proses pengolahan sumber daya mineral berkembang pesat di Indonesia dalam belakangan ini. Salah satu proses yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah sumber daya mineral ini dengan cara melakukan pemurnian dari sumber daya mineral.

Salah satu jenis sumber daya mineral yang terdampak dengan kebijakan ini adalah tembaga (Cu). Sumber daya mineral tembaga yang ada di alam dapat berupa *chalcopyrite*, *chalcocite*, *bornite*, *covellite* dan *digenite* (Dhar, 2019). Dalam penelitian kali ini, digunakan sumber daya mineral tembaga jenis *chalcopyrite* yang didapat dari daerah Papua.

Tujuan dari pemurnian dari tembaga dari sumber daya mineral ini untuk menghasilkan konsentrat tembaga sebagai bahan setengah jadi yang didapat diolah Kembali dengan smelter atau leaching untuk memurnikan tembaga sesuai dengan kebutuhan.

Penelitian froth flotation menggunakan nitrogen untuk meningkatkan recovery telah dilakukan oleh Clark dkk., (2000). Penggunaan nitrogen ini menghasilkan recovery *chalcocite*, *chalcopyrite* dan *bornite* yang lebih baik. Tujuan dari penggunaan nitrogen adalah mengurangi oksigen yang masuk ke dalam system untuk meningkatkan ketersediaan ion sulphide.

Pengaruh komposisi campuran antara *chalcopyrite* dan *pyrite* telah diteliti oleh Owusu dkk., (2014). Adapun dari hasil penelitian menunjukkan bahwa performa dari flotasi *chalcopyrite* akan berkurang dengan meningkatnya komposisi dari *pyrite*. Konsentrasi dari *collector* bukan pengaruh utama dalam flotasi *chalcopyrite*.

Penelitian mengenai flotasi telah dilakukan oleh banyak peneliti. Pada tahun 2017, Hirajima dkk, melakukan penelitian mengenai flotasi untuk memisahkan *chalcopyrite* dan *molybdenite* dengan hidrogen peroksida (H₂O₂) sebagai oksidator. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan dilakukannya oksidasi dengan menggunakan



hidrogen peroksida (H_2O_2), selektivitas dari *chalcopyrite* dan *molybdenite* menjadi lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *ozone* (O_3).

Penelitian menggunakan xanthate juga telah dilakukan oleh Suyantara dkk., (2020). Namun pada penelitian ini, senyawa yang ini dipisahkan adalah *enargite* dan *tennantite* dari *chalcopyrite* dan *bornite*. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa xanthate lebih cenderung untuk mengikat *tennantite*, *bornite*, dan *enargite*.

Untuk melakukan proses pengolahan yang optimal, diperlukan data berupa kinetika reaksi untuk memahami bagaimana laju reaksi yang terjadi untuk memurnikan tembaga dari mineral yang ada di alam. Informasi tentang kinetika reaksi ini akan digunakan sebagai dasar untuk perancangan alat flotasi khususnya froth flotation. Selain diperlukannya kinetika reaksi, diperlukan juga kondisi optimum untuk memaksimalkan jumlah tembaga yang terkonsentrasi. Penelitian ini dapat membantu dalam proses scale up pembuatan alat pengolahan mineral khususnya tembaga.

Metode Penelitian

Preparasi ore

Tabel 1. Komposisi bahan baku

Komponen	Sample Batuan 1 (ID07)	Sample Batuan 2 (ID08)	Sample Batuan 3 (ID09)
Si	22.02%	9.11%	11.82%
S	14.28%	18.46%	17.96%
Ca	11.85%	6.30%	7.83%
Ti	0.69%	0.33%	0.25%
Fe	17.94%	19.52%	16.72%
Cu	32.84%	46.10%	45.25%
Zn	0.18%	0.15%	0.14%
Ag	165.1 ppm	2.14 ppm	206 ppm

Persiapan bahan baku yang berupa ore dari Papua dilakukan dengan cara melakukan grinding. Grinding dilakukan 2 tahap, tahap pertama adalah menghancurkan bongkahan ore yang masih cukup besar, kemudian tahap kedua adalah menggunakan ball mill untuk menghaluskan ore yang telah dihancurkan pada tahap pertama. Setelah dilakukan proses grinding, selanjutnya adalah proses pengayakan. Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan besaran ore pada ukuran lolos 200 mesh.

Preparasi larutan asam sulfat dan natrium hidroksida

Persiapan Larutan asam sulfat dibuat dengan mengencerkan larutan asam sulfat 98% hingga larutan memiliki pH 3 dan 6. Persiapan larutan natrium hidroksida dibuat dengan melarutkan padatan natrium hidroksida hingga larutan memiliki pH 9.

Froth Flotation

Froth Flotation ore dilakukan dengan alat kolom flotasi. Persiapan yang perlu dilakukan di awal adalah menimbang xanthate sesuai dengan variasi yang akan digunakan pada percobaan. Larutkan xanthate ke dalam larutan asam sulfat atau natrium hidroksida tergantung dari variasi pH yang akan digunakan pada percobaan. Kemudian larutan ditambahkan metil isobutyl karbinol sebanyak 1cc. Larutan dimasukkan ke dalam kolom flotasi. Kemudian tambahkan ore yang telah ditimbang sebanyak 3 gram. Setelah itu alirkan gas nitrogen ke dalam sistem. Frother diambil sebanyak 4 kali pada menit ke 3, 5, 7 dan 14. Aliran gas nitrogen dapat dimatikan setelah terambil 4 sample tersebut dan larutan beserta ore yang masih terdapat di kolom flotasi dapat diambil sebagai hasil tailing. Sample frother maupun tailing dikeringkan di dalam oven pada suhu $60^\circ C$ hingga tidak terdapat kandungan cairan lagi. Kemudian sample frother dan tailing ditimbang untuk mengetahui berat dari masing-masing sample

Karakterisasi fisis

Energy Dispersive X-Ray (EDX)

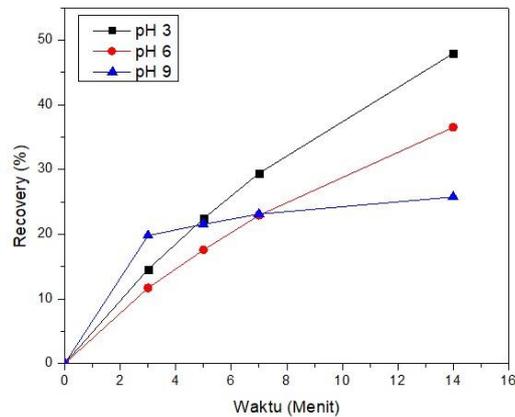
Analisa EDX dilakukan untuk mengetahui komposisi dari hasil frother dan tailing.

Pembahasan

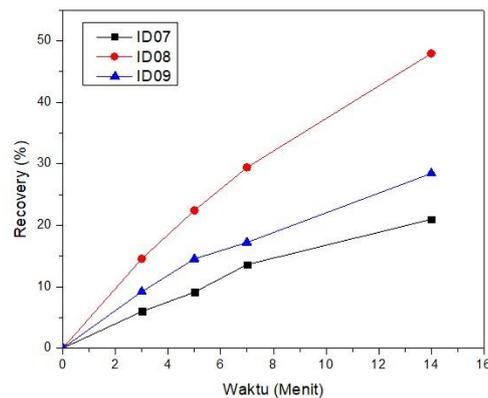
Penelitian flotasi dengan variasi konsentrasi collector berupa xanthate dan pH pada tiga titik sample batuan yang diambil dari Papua, Indonesia menunjukkan kondisi operasi optimal pada sistem flotasi. Konsentrasi collector berupa xanthate akan mempengaruhi jumlah tembaga yang bersifat hydrophobic dan akan terangkat menjadi frother, sehingga jika konsentrasi collector terlalu tinggi akan mengakibatkan senyawa hydrophobic selain tembaga ikut terangkat menjadi frother. Sedangkan fungsi pH akan memanipulasi permukaan tembaga agar menjadi hydrophobic. Efek jika pH terlalu rendah adalah frother yang terbentuk akan mudah hancur, sedangkan jika pH terlalu tinggi, akan

mengakibatkan tembaga menjadi hydrophilic dan akan susah dipisahkan. Berdasarkan kedua hal ini diperlukan kondisi operasi yang ideal dimana konsentrasi collector dan pH harus disesuaikan sehingga mendapatkan konsentrasi yang terbaik dari proses froth flotasi. Pada penelitian ini akan membandingkan kondisi operasi berupa konsentrasi xanthate, pH dan titik sample batuan yang dapat menghasilkan konsentrasi tembaga terbaik.

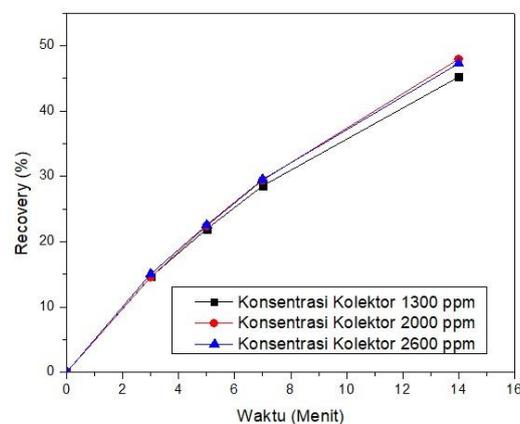
Pada penelitian ini didapatkan konsentrasi tembaga pada berbagai konsentrasi kolektor dan pH dari berbagai titik sample batuan:



Gambar 1. Recovery tembaga fungsi waktu pada berbagai pH dengan konsentrasi collector sebesar 2000 ppm dan sample batuan 2.



Gambar 2. Recovery tembaga fungsi waktu pada berbagai sample batuan dengan konsentrasi collector sebesar 2000 ppm dan pH 3.



Gambar 3. Recovery tembaga fungsi waktu pada berbagai konsentrasi kolektor dengan pH 3 dan sample batuan 2.



Dari hasil recovery tembaga yang didapat, batuan kedua memiliki recovery tertinggi dengan kondisi optimum pada konsentrasi kolektor 2000PPM dan pH 3 dengan recovery tembaga 47.95%.

Kesimpulan

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari kondisi operasi pada proses froth flotasi mineral tembaga melalui variasi konsentrasi collector dan pH pada berbagai titik batuan di Papua, Indonesia dengan menentukan konsentrasi tembaga untuk batuan tersebut. Dengan didapatkan kondisi operasi optimum ini maka konsentrasi tembaga yang didapatkan akan maksimal.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi collector tidak akan meningkatkan konsentrasi tembaga, konsentrasi tembaga akan menurun ketika konsentrasi kolektor ditingkatkan setelah melewati kondisi optimumnya dan konsentrasi tembaga akan menurun ketika konsentrasi kolektor dikurangi di bawah kondisi optimumnya. Kondisi pH yang semakin tinggi akan mengakibatkan penurunan recovery dari tembaga begitu juga dengan semakin menurunnya pH jika telah melewati titik optimumnya. Dari hasil recovery tembaga yang didapat, batuan kedua memiliki recovery tertinggi dengan kondisi optimum pada konsentrasi kolektor 2000ppm dan pH 3 dengan recovery tembaga 47.95%.

Daftar Pustaka

- Brest, K.K., Henock, M.M., Guellord, N., Kimpiab, M., and Kapiamba, K.F. Statistical Investiagion of Flotation Parameters for Copper Recovery from Sulphide Flotation Tailings. *Journal of Results in Engineering* 2021; 9: 100207
- Bulatovic, S.M. *Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice: Flotation of Sulfides Ores* (1st ed). Canada. Elsevier. 2007
- Clark, D.W., Newell, A.J.H., Chilman, G.F. and Capps, P.G. Improving Flotation Recovery of Copper Sulphides by Nitrogen Gas and Sulphidisation Conditioning. *Journal of Minerals Engineering* Volume 2020; 13 (12): 1197-1206
- Crawford, C.B., and Quinn, B. "Microplastic Separation Techniques". *Microplastic Pollutants* 2017; 9 : 203-218
- Dhar, P., Thornhill, M. and Kota, H.R. Comparison of Single and Mixed Reagent System for Flotation of Copper Sulphides from Nussir Ore. *Journal of Minerals Engineering* 2019; 142 : 105930
- Din, M.P., and Rehan, R. Synthesis, Characterization, and Applications of Copper Nanoparticles. *Journal of Analytical Letters*, 2016; 50 (1): 50-62.
- Gharai, M., and Venugopal, R.. Modeling of Flotation Process – an Overvie of Different Approaches. *Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy*. 2015; 37 (2): 120-133
- Hirajima, T., Miki, H., Suyantara, G.P.W., Matsuoka, H., Elmahdy, A.M., Sasaki, K., Imaizumi, Y. and Kuroiwa, S., Selective Flotation of Chalcopyrite and Molybdenite with H₂O₂ Oxidation. *Journal of Minerals Engineering* 2017; 100: 83-92.
- Indonesia. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Liao, R., Yang, B., Huang, X., Hong, M., Yu, S., Liu, S., Wang, J. and Qiu, G., Combined Effect of Silver Iron and Pyrite on AMD Formation Generated by Chalcopyrite Bio-dissolution. *Journals of Chemosphere*, 2021; 279:130516
- Owusu, C., Abreu, S.B., Skinner, W., Addai-Mensah, J., and Zanin, M., 2014. The Influence of Pyrite Content on the Flotation of Chalcopyrite/Pyrite Mixtures. *Journal of Minerals Engineering* 2014; 55:87-95.
- Rahman, M.W.U., Rahman, M., Sarker, M.R.I, Rashid, F., and Mahmud, M.M.A. Synthesis of Nano Silica Particle from Silica Sand and Characterization of Nano Silica Based R134a Refrigerant. *Journal of Materials Today: Proceedings* 2021; 46 (15):6816-6821
- Rao, S.R. "Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes". *Waste Management Series* 2006; 7 : 35-69
- Suyantara, G.P.W., Hirajima, T., Miki, H., Sasaki, K., Kuroiwa, S. and Aoki, Y., 2020. Effect of H₂O₂ and Potassium Amyl Xanthate on Separation of Enargite and Tennantie from Chalcopyrite and Bornite Using Flotation. *Journal of Minerals Engineering* 2020 ; 152: 106371.
- Xu, M., Xing, Y., Jin, W., Li, W., Cao, Y., and Gui, X. Effect of Diesel on the Froth Stability and Its Antifoam Mechanism in Fine Coal Flotation Used MIBC as the Frother. *Journal of Powder Technology* 2020; 364 : 183-188
- Yalcin, E. and Kelebek, S. Flotation Kinetics of a Pyritic Gold Ore. *International Journal of Mineral Processing* 2011; 98 : 48–54.

