

## PENGARUH UKURAN PARTIKEL, PERSEN PADATAN, DAN pH PADA PROSES FLOTASI TERHADAP PEROLEHAN KEMBALI TEMBAGA

### EFFECT OF PARTICLE SIZE, PERCENT SOLID, AND pH IN FLOTATION PROCESS FOR COPPER RECOVERY

Syamsul Bahtiar\*, Wafdan Muzakki, Rita Desiasni, Fauzi Widyawati dan Syamsul Hidayat

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia

\*Email: [syamsul.bahtiar@uts.ac.id](mailto:syamsul.bahtiar@uts.ac.id)

Diterima: 25 April 2021. Disetujui: 20 Mei 2021. Dipublikasikan: 2 Juni 2021

---

**Abstrak:** Flotasi merupakan proses ekstraksi logam berdasarkan perbedaan tegangan permukaan dari mineral di dalam air dengan cara mengapungkan mineral ke permukaan. Faktor yang mempengaruhi nilai perolehan kembali Tembaga antara lain ditentukan oleh ukuran partikel, jumlah persen padatan dan kondisi larutan. Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan terhadap perolehan kembali mineral tembaga dengan melakukan variasi ukuran partikel, variasi persen padatan pada jumlah 33%, 42% dan 47% dan variasi pH larutan pada kondisi basa yaitu pH 10, 10.3 dan 10.6. Pengcilan ukuran partikel dilakukan dengan proses *Grinding* sampai mendapatkan ukuran + 212 mikron. Selanjutnya, pH larutan dikontrol dengan penambahan kapur. Analisis perolehan kembali mineral tembaga secara kuantitatif dilakukan dengan karakterisasi AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel yang optimum didapat pada variasi 3% +212 mikron dengan nilai 95.12%. Sedangkan, jumlah persen padatan 42% memberikan nilai tertinggi yaitu 95.12%. Selanjutnya, diperoleh pH terbaik untuk memperoleh tembaga yang optimum yaitu pada pH 10.6 sebesar 95.12%.

**Kata Kunci:** Flotasi, Ukuran Partikel, Persen Padatan, pH, Perolehan Kembali.

---

**Abstract:** Flotation is a metal extraction process based on the difference in surface tension of the minerals in the water by floating the minerals to the surface. Factors that affect the recovery value of copper are determined by the particle size, the percentage of solids and the condition of the solution. In this study, observations will be made on the recovery of copper minerals by varying particle size, variations in the percentage of solids in the amount of 33%, 42% and 47% and variations in the pH of the solution in alkaline conditions, namely pH 10, 10.3 and 10.6. Particle size reduction was carried out by grinding to obtain a size of + 212 microns. Furthermore, the pH of the solution was controlled by adding lime. Quantitative analysis of copper mineral recovery was performed with AAS characterization. The results showed that the optimum particle size was obtained at a variation of 3% +212 microns with a value of 95.12%. Meanwhile, the percentage of solids 42% gave the highest value, namely 95.12%. Furthermore, the best pH was obtained to obtain the optimum copper, namely at a pH of 10.6 at 95.12%.

**Keywords:** Flotation, Particle Size, %Solids, pH, Recovery.

---

#### PENDAHULUAN

Proses pengolahan mineral berharga seperti emas dan tembaga dalam beberapa tahun terakhir pesat dilakukan oleh *engineer* untuk memperoleh hasil yang optimum. Proses ekstraksi mineral tersebut dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan metode flotasi [1-3]. Flotasi adalah proses pemisahan mineral berharga berdasarkan perbedaan tegangan permukaan dari mineral di dalam air dengan cara mengapungkan mineral ke permukaan [4]. Pada rangkaian proses flotasi, kondisi asam dan basa sangat berpengaruh terhadap kadar yang dihasilkan. Penambahan kapur saat flotasi dapat meningkatkan pH larutan. Kapur dapat digunakan sebagai pH regulator yang berfungsi sebagai agen pengontrol pH, untuk memastikan reaksi berjalan dengan baik di kondisi asam atau basa [5,6].

Ukuran Partikel juga ikut berperan dalam faktor pententu keberhasilan pada proses flotasi. Hal ini akan berpengaruh pada saat proses liberasi dan

sifat pengapungan pada *ore*. Partikel-partikel kasar dan yang berlebih akan mengalami kesulitan dalam proses pengapungan sedangkan, partikel yang halus dan kecil akan mudah dan cepat bereaksi dengan gelembung udara sehingga dengan mudah mengalami pengapungan [7].

Disisi lain, Persen padatan harus selalu disesuaikan dengan kapasitas sel flotasi yang digunakan karena mempengaruhi viskositas dalam *pulp* [8]. Apabila persen padatan lebih besar dari sel flotasi yang digunakan maka viskositas dalam *pulp* akan semakin tinggi dan akan mengakibatkan tumbukan antara partikel-gelembung tidak berjalan dengan baik karena menurunnya kecepatan turbulensi yang terjadi dalam *pulp* [9]. Oleh sebab itu, perlu adanya pengembangan dalam proses analisis pengaruh variabel ukuran partikel, persen padatan dan pH terhadap nilai peningkatan perolehan kembali Tembaga yang optimum.

**METODE PENELITIAN**

Proses ekstraksi tembaga dengan menggunakan metode Flotasi menggunakan bahan dasar mineral *Chalcopyrite*. Mineral *Chalcopyrite* dihancurkan dengan alat Jaw Crusher kemudian di Grinding mencapai ukuran +212 Mikron. Bahan lain yang digunakan dalam proses Flotasi adalah Aero 7249 Promoter sebagai kolektor primer, Aero 317 Xanthate (SiBX) sebagai kolektor sekunder, OTX 140 Frother dan lime (CaOH<sub>2</sub>) sebagai pH regulator. Proses flotasi dilakukan sebanyak 27 kali percobaan dengan variasi ukuran partikel, persen padatan & pH dengan masing-masing 9 sampel. Waktu proses flotasi untuk 27 percobaan yaitu masing-masing selama 8 menit. Untuk mengetahui perolehan kembali Tembaga menggunakan karakterisasi Spektrofotometer Serapan Atom (SSA/AAS).

Sedangkan, Analisis data pada penelitian ini menggunakan diagram *boxplot* untuk menunjukkan perbedaan antara populasi tanpa menggunakan asumsi distribusi statistik yang mendasarinya.

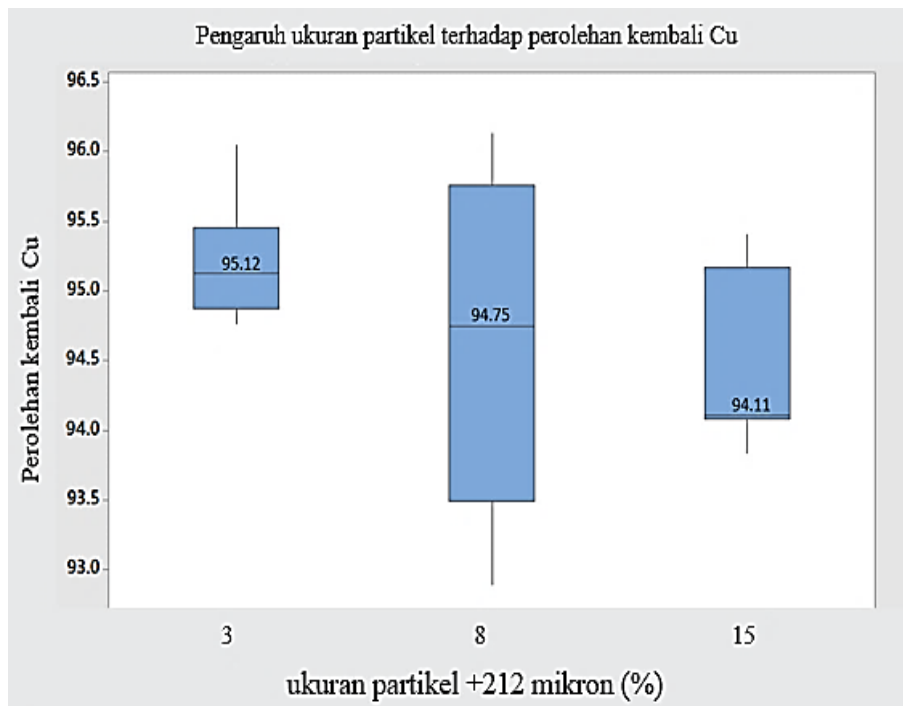
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh ukuran partikel terhadap perolehan kembali Cu**

Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendah perolehan kembali mineral adalah ukuran partikel [10]. Pada penelitian ini difokuskan pada ukuran partikel +212 mikron sebagai sampel uji dengan variasi komposisi ukuran partikel. Hasil Karakterisasi AAS sampel Tembaga dengan variasi ukuran partikel dan analisis diagram *boxplot* seperti disajikan dalam Tabel dan Gambar 1.

Tabel1. Hasil karakterisasi AAS pengaruh ukuran partikel terhadap perolehan kembali Tembaga

+212 (%)	Cu Rec (%)	+212 (%)	Cu Rec (%)	+212 (%)	Cu Rec (%)
3	94.84	8	94.61	15	93.84
3	94.77	8	96.13	15	95.08
3	96.05	8	94.75	15	94.08
3	94.91	8	95.28	15	94.09
3	94.99	8	95.79	15	95.26
3	95.40	8	93.52	15	94.11
3	95.50	8	95.73	15	94.55
3	95.12	8	93.47	15	95.41
3	95.20	8	92.90	15	94.09



Gambar 1. Grafik Boxplot ukuran partikel terhadap perolehan kembali Tembaga

Analisis kuantitatif pengaruh ukuran partikel terhadap perolehan kembali Tembaga

menggunakan diagram *boxplot* menunjukkan nilai perolehan kembali tembaga tertinggi yaitu pada

variasi komposisi 3% dengan rata2 perolehan kembali tembaga sebesar 95.12 %. Sedangkan, nilai terendah pada variasi 15% dengan nilai rata-rata sebesar 94.11%. Jumlah partikel yang sedikit sangat berpengaruh sehingga peluang interaksi antara partikel-gelembung berjalan dengan baik [11]. Selain itu, Semakin banyak dan kasar partikel maka kemampuan gelembung untuk mengangkat ke permukaan semakin menurun, sehingga menyebabkan turunnya nilai perolehan kembali Cu yang didapat [12].

**Pengaruh persen padatan terhadap perolehan kembali Cu**

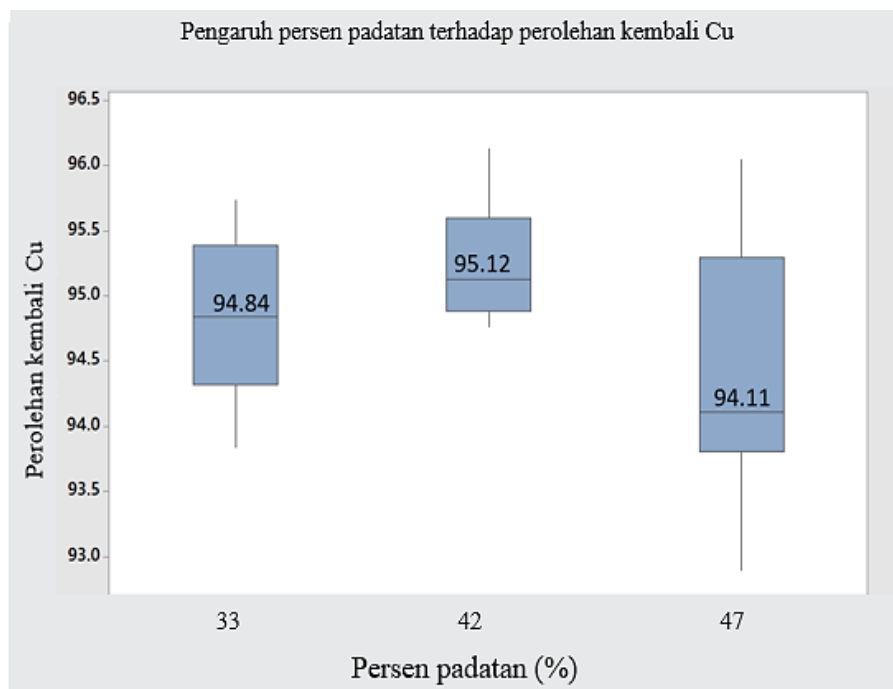
Persen padatan atau biasa disebut *percent solid* adalah perbandingan antara berat mineral padat dan berat keseluruhan *pulp*. Hubungan antara persen padatan dan nilai perolehan kembali Cu tidak selalu berbanding lurus. Artinya, peningkatan nilai persen padatan tidak selalu diikuti oleh peningkatan nilai perolehan kembali Cu yang dihasilkan [13].

Hasil perolehan kembali tembaga dengan variabel persen padatan seperti disajikan dalam Tabel dan Gambar 2.

Analisis Boxplot pengaruh persen padatan terhadap perolehan kembali Tembaga menunjukkan nilai tertinggi yaitu pada jumlah persen padatan 42% dengan rata-rata nilai sebesar 95.12%. Sedangkan, Nilai terendah yaitu pada jumlah 47 % padatan dengan nilai rata-rata sebesar 94.11% Jumlah persen padatan yang tinggi dapat menyebabkan proses pengapungan yang sulit karena terjadinya gelembung berlebih atau terlalu banyak mineral yang melekat pada gelembung udara yang menyebabkan gelembung udara pecah sehingga mineral tidak terangkat ke permukaan buih [14]. Selain itu, semakin tinggi persen padatan maka akan meningkatkan viskositas *pulp* yang berdampak pada menurunnya turbulensi pada *pulp* dan memberikan efek negatif pada tumbukan antara partikel dan gelembung [11].

Tabel 2. Variasi persen padatan terhadap perolehan kembali Tembaga

% Padatan	Cu Rec (%)	% Padatan	Cu Rec (%)	%Padatan	Cu Rec (%)
33	95.28	42	95.79	47	93.52
33	94.61	42	96.13	47	94.75
33	95.73	42	93.47	47	92.90
33	94.91	42	94.99	47	95.40
33	94.84	42	94.77	47	96.05
33	95.50	42	95.12	47	95.20
33	94.09	42	95.26	47	94.11
33	93.84	42	95.08	47	94.08
33	94.55	42	95.41	47	94.09



Gambar 2. Grafik Boxplot Pengaruh persen padatan terhadap perolehan kembali Tembaga.

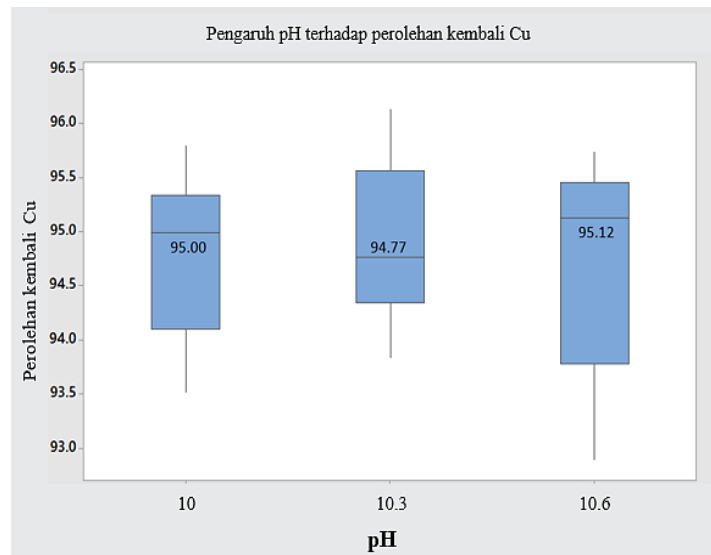
**Pengaruh pH terhadap perolehan kembali Tembaga**

pH merupakan variabel utama untuk mengendalikan flotasi karena secara langsung mempengaruhi adopsi kolektor oleh mekanisme transfer electron [15-17]. Salah satu produk dari mekanisme reaksi ini adalah ion hidroksil (OH-) akan meningkat seiring meningkatnya pH. Kondisi

ini akan memperlambat atau bahkan menghentikan reaksi kolektor dengan mineral karena pergeseran keseimbangan kimia [18]. Penelitian menggunakan tiga variasi pH yaitu sebesar 10, 10.3, dan 10.6. Hasil karakterisasi AAS dan analisis pengaruh pH terhadap variasi masing pH dengan ukuran Partikel dan persen padatan seperti ditunjukkan pada Tabel dan Gambar 3.

Tabel 3 Variasi pH terhadap perolehan kembali Cu

pH	Cu Rec (%)	pH	Cu Rec (%)	pH	Cu Rec (%)
10	94.99	10.3	94.77	10.6	95.12
10	95.79	10.3	96.13	10.6	93.47
10	95.26	10.3	95.08	10.6	95.41
10	94.91	10.3	94.84	10.6	95.50
10	95.28	10.3	94.61	10.6	95.73
10	94.09	10.3	93.84	10.6	94.55
10	95.40	10.3	96.05	10.6	95.20
10	94.11	10.3	94.08	10.6	92.90
10	93.52	10.3	94.75	10.6	94.09



Gambar 3. Diagram Boxplot pengaruh pH pada perolehan kembali Tembaga

Hasil analisis menggunakan Boxplot menunjukkan pada proses flotasi tembaga dapat berjalan dengan baik pada rentang pH 10. Nilai optimum diperoleh pada kondisi pH 10.6 dengan nilai sebesar 95.12%. Diketahui semakin tinggi pH maka akan menurunkan hasil perolehan kembali Tembaga yang didapat karena kapasitas pengumpulan xanthate akan berkurang pada nilai pH tinggi [19]. Akan tetapi pada hasil analisis tidak menunjukkan hal tersebut, kemungkinan terjadinya hal ini disebabkan pada keterbatasannya menjaga kestabilan pH selama proses flotasi berjalan. Selain itu, pH memiliki efek lain pada flotasi selain mempengaruhi reaksi adsorpsi. Misalnya, pada pH yang terlalu tinggi, logam hidroksida dapat mengendap dan membentuk lapisan pada

permukaan mineral sehingga menghalangi interaksi permukaan logam dengan udara [20].

**KESIMPULAN**

Analisis pengaruh Ukuran Partikel, Persen padatan dan pH Pada proses flotasi Tembaga telah berhasil dilakukan. Hasilnya menunjukkan pengaruh ukuran partikel terhadap perolehan kembali Tembaga yang optimum sebesar 95.12% pada variasi 3% +212 Micron. Sedangkan, pengaruh persen padatan terhadap perolehan kembali Tembaga mendapatkan nilai paling optimum yaitu sebesar 95.12% pada keadaan 47 % *solid*. Lebih lanjut, pengaruh pH juga diperoleh nilai optimum sebesar 95.12 % pada pH 10.6.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yasir Arsy, L. M., Widodo, S., & Bakri, H. (2018). Analisis nilai recovery au dan cu terhadap konsumsi lime dengan variasi titik penambahan pada proses flotasi. *Jurnal Geomine*, 6(1). <https://doi.org/10.33536/jg.v6i1.178>
- [2] Mathe, E., Cruz, C., Lucay, F. A., Gálvez, E. D., & Cisternas, L. A. (2021). Development of a grinding model based on flotation performance. *Minerals Engineering*, 166, 106890. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.106890>
- [3] Jameson, G. J., & Emer, C. (2019). Coarse chalcopyrite recovery in a universal froth flotation machine. *Minerals Engineering*, 134, 118–133. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.01.024>
- [4] Karamah, E. F., Setijo Bismo, & Widyaningrum, D. (2008). *Pengaruh waktu flotasi dan konsentrasi logam awal terhadap kinerja proses pengolahan limbah cair yang mengandung logam besi, tembaga, dan nikel dengan flotasi ozon*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1785.1366>
- [5] Sibanda, V., Khan, R., & Danha, G. (2019). The effect of chemical reagents on flotation performance of a pentlandite ore: An attainable region approach. *Powder Technology*, 352, 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.04.062>
- [6] Edson Muzenda, Ayo S. Afolabi, Ambali S. Abdulkareem, & Freeman Ntuli. (n.d.). Effect of pH on the Recovery and Grade of Base Metal Sulphides (PGMs) by Flotation. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2011 Vol II*, 2.
- [7] Wills, B., Finch, J., & Safari, an O. M. C. (2015). *Wills' Mineral Processing Technology, 8th Edition*. <https://www.safaribooksonline.com/complete/auth0oauth2/&state=/library/view//9780080970547/?ar>
- [8] Cole, M. J., Galvin, K. P., & Dickinson, J. E. (2021). Maximizing recovery, grade and throughput in a single stage Reflux Flotation Cell. *Minerals Engineering*, 163, 106761. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106761>
- [9] Collins Mudenda, Bupe .G.Mwanza, & M Kondwani. (n.d.). Analysis of the Effects of Grind Size on Production of Copper Concentrate: A Case Study of a Mining Company in Zambia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, Vol 26 No 1 (2016).
- [10] Bascur, O. A., & Soudek, A. (2019). Grinding and Flotation Optimization Using Operational Intelligence. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 36(1), 139–149. <https://doi.org/10.1007/s42461-018-0036-4>
- [11] Badri, R., & Zamankhan, P. (2013). Sulphidic refractory gold ore pre-treatment by selective and bulk flotation methods. *Advanced Powder Technology*, 24(2), 512–519. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2012.10.002>
- [12] Napier-Munn, T., & Wills, B. A. (2005). Wills' Mineral Processing Technology. In *Wills' Mineral Processing Technology*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-4450-1.X5000-0>
- [13] Brest, K. K., Henock, M. M., Guellord, N., Kimpiab, M., & Kapiamba, K. F. (2021). Statistical investigation of flotation parameters for copper recovery from sulfide flotation tailings. *Results in Engineering*, 9, 100207. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100207>
- [14] Oediyani, S., Haryono, D., & Suwandana, R. F. (2019). Optimization of flotation columns to provide added value of local sphalerite ore. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 673, 012133. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012133>
- [15] Ma, X., Bruckard, W. J., & Holmes, R. (2009). Effect of collector, pH and ionic strength on the cationic flotation of kaolinite. *International Journal of Mineral Processing*, 93(1), 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2009.05.007>
- [16] Filippova, I. V., Filippov, L. O., Duverger, A., & Severov, V. V. (2014). Synergetic effect of a mixture of anionic and nonionic reagents: Ca mineral contrast separation by flotation at neutral pH. *Minerals Engineering*, 66–68, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.05.009>
- [17] Yepsen, R., & Gutierrez, L. (2020). Effect of Eh and pH on the flotation of enargite using seawater. *Minerals Engineering*, 159, 106612. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106612>
- [18] Zanin, M., Lambert, H., & du Plessis, C. A. (2019). Lime use and functionality in sulphide mineral flotation: A review. *Minerals Engineering*, 143, 105922. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.105922>
- [19] Muzenda, E., Afolabi, A.S., Abdulkareem, A.S., Ntuli, F. (2011). Effect of pH on the Recovery and Grade of Base Metal Sulphides (PGMs) by Flotation. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science, II*.
- [20] Xiong, K., & Zheng, G. S. (2013). Process Mineralogy and Flotation Kinetic of a Copper Oxide Ore during Sulfuration Flotation. *Advanced Materials Research*, 634–638, 3460–3465. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.634-638.3460>