

ANALISIS VARIABILITAS DOSIS DEPRESAN DAN WAKTU AERASI DALAM PENINGKATAN KADAR NIKEL LIMONIT ANALYSIS OF THE EFFECT OF DEPRESSANT DOSAGE AND AERATION TIME IN THE INCREASE OF LIMONITE NICKEL CONTENT

Refi Aninda Damayanti
refianinda.ra@gmail.com
Universitas Trisakti

ABSTRAK

Indonesia memiliki cadangan nikel terbesar di dunia, sehingga Indonesia menjadi negara yang sangat berperan dalam penyediaan bahan baku nikel dunia. Mineral yang mengandung nikel seringkali tersebar secara halus di seluruh bijih, oleh karena itu sulit untuk meningkatkan kandungan nikel dalam bijih secara ekonomis tanpa kehilangan kandungan berarti lainnya. Besarnya penggunaan nikel dunia menyebabkan berkurangnya deposit nikel dengan kadar tinggi, oleh karena itu diperlukan proses peningkatan kadar nikel yang rendah dengan proses hydrometalurgy salah satunya dengan proses flotasi. Pada penelitian ini menggunakan bijih nikel limonit dengan ukuran partikel -200#, persen solid 20%, dosis kolektor asam oleat 664 g/ton, frother pine oil 85 gr/ton, dan pH 10. Variabel yang dianalisis yaitu dosis depresan 1000 gr/ton, 1500 gr/ton, 2000 gr/ton dengan waktu flotasi 5 menit, 10 menit, 15 menit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dosis depresan dan waktu flotasi sangat berpengaruh terhadap keefektifan dari proses pemisahan secara flotasi. Hasil paling optimal yang didapatkan dari proses flotasi yaitu pada penggunaan dosis depresan 1000 gr/ton dan waktu flotasi 15 menit dengan nilai recovery sebesar 78,54%.

Kata Kunci: Flotasi, Dosis Depresan, Waktu Aerasi, Nikel Laterit.

ABSTRACT

Indonesia has the largest nickel reserves in the world, making it a very important country in the world's supply of nickel raw materials. Nickel-containing minerals are often finely dispersed throughout the ore, therefore it is difficult to increase the nickel content in the ore economically without losing other significant content. The world's large use of nickel has led to the reduction of high-grade nickel deposits, therefore it is necessary to increase the low nickel content by hydrometalurgy process, one of which is the flotation process. In this research using limonite nickel ore with particle size -200#, solid percent 20%, oleic acid collector dose 664 g/ton, frother pine oil 85 gr/ton, and pH 10. The variables analyzed were depressant dose 1000 gr/ton, 1500 gr/ton, 2000 gr/ton with flotation time 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes. The results of this study show that the depressant dose and flotation time greatly affect the effectiveness of the flotation separation process. The most optimal result obtained from the flotation process is the use of 1000 gr/ton depressant dose and 15 minutes flotation time with a recovery value of 78.54%.

Keywords: Flotation, Depressant Dosage, Flotation Time, Laterite.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki peran penting dalam penyediaan bahan baku nikel dunia, dengan cadangan sebesar 72 juta metrik ton, yang merupakan 52% dari total cadangan nikel dunia. Indonesia bagian timur memiliki sumberdaya mineral yang cukup menarik yaitu kandungan endapan nikel laterit. Bijih nikel laterit memiliki potensi untuk meningkatkan recovery dan efisiensi pemrosesan nikel, namun nilai Ni dalam bijih laterit sering tersebar halus di seluruh bijih, sehingga membuat peningkatan kandungan nikel secara ekonomis menjadi lebih sulit. Secara umum, nilai Ni dalam bijih laterit berasosiasi dengan geotite, magnesium silicate, dan mineral nontronite, sementara mineral gangue mengandung sedikit nikel. Studi mineralogi menunjukkan bahwa Ni tersebar halus di hampir semua fase mineral dan

cenderung terkonsentrasi pada butiran halus (< 20 μ m). Hal ini menunjukkan bahwa Ni lebih disukai ditemukan berasosiasi dengan mineral yang lebih lunak.

Sesuai dengan UU No. 4 Tahun 2009 dan diperkuat dengan Permen ESDM No. 28 Tahun 2017, bijih tambang tidak boleh diekspor langsung, melainkan harus diolah dan dimurnikan di dalam negeri untuk meningkatkan nilai tambah mineral. Teknik pemisahan fisik tradisional belum berhasil menghasilkan aliran yang mengandung nilai Ni yang lebih rendah atau produk yang mengandung nilai Ni yang lebih tinggi. Hal ini memicu penggunaan proses pyrometalurgy. Namun, besarnya penggunaan Ni dunia menyebabkan berkurangnya deposit nikel dengan kadar tinggi, dan pengolahan nikel kadar rendah dengan pyrometalurgy membutuhkan energi yang cukup besar, maka diperlukan proses peningkatan kadar nikel dengan proses hydrometalurgy salah satunya dengan proses flotasi. Proses flotasi merupakan metode fisika kimia yang memisahkan mineral berdasarkan sifat permukaan mineral, yaitu hidrofilik (mudah dibasahi air) dan hidrofobik (sukar dibasahi air). Bagian yang mudah dibasahi akan menjadi pulp, sementara yang sulit dibasahi akan menempel seperti gelembung udara terbawa naik ke permukaan. Proses flotasi melibatkan reagen seperti collector, frother, dan modifier. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh dosis depresan dan waktu flotasi terhadap peningkatan kadar Ni, massa konsentrat, nilai recovery Ni, serta mengetahui nilai tertinggi recovery Ni pada konsentrat hasil pemisahan menggunakan metode flotasi. Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan tentang peningkatan nilai tambah nikel limonit menggunakan metode flotasi dan menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan referensi dari penelitian terdahulu yang bersumber dari jurnal, skripsi, buku, dan internet. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari beberapa sumber sebagai berikut:

- a. Data kandungan mineral yang terdapat bijih Nikel melalui uji XRD
- b. Data kadar bijih yang terdapat pada umpan bijih Nikel melalui uji XRF
- c. Data berat kering konsentrat dan tailing hasil flotasi bijih nikel
- d. Data kadar Ni pada konsentrat dan tailing hasil flotasi bijih nikel melalui uji XRF.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Distribusi Ukuran

Pada penelitian ini, dilakukan analisis ayakan pada hasil proses pengecilan ukuran dengan menggunakan alat Jaw Crusher dan Hammer Mill. Analisis Distribusi Ukuran dilakukan untuk mencari nilai P80 pada kedua alat tersebut. Dalam analisis distribusi ukuran, P80 adalah titik di mana 80 persen batuan atau material yang diayak akan lolos melalui ukuran ayakan tertentu. Hasil analisis distribusi ukuran pada alat Jaw Crusher dapat dilihat pada Tabel 1 dan hasil analisis distribusi ukuran pada alat Hammer Mill dapat dilihat pada Tabel 2.

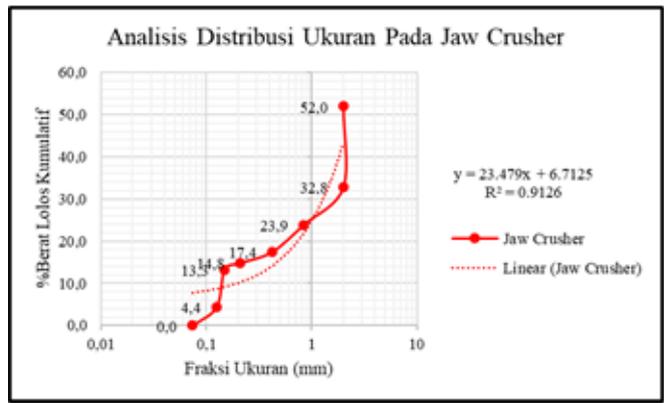
Tabel 1. Analisis Distribusi Ukuran pada Jaw Crush

No. Saringan	Dia. Lubang (mm)	Berat Butiran Tertinggal (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos
+10#	2	460	48.0	48.0	52.0
-10#, +20#	2	184	19.2	67.2	32.8
-20#, +40#	0.841	85	8.9	76.1	23.9
-40#, +70#	0.42	62	6.5	82.6	17.4
-70#, +100#	0.21	25	2.6	85.2	14.8
-100#, +120#	0.149	15	1.6	86.7	13.3
-120#, +200#	0.125	85	8.9	95.6	4.4
-200#	0.074	42	4.4	100.0	0.0
Total		958	100.0		

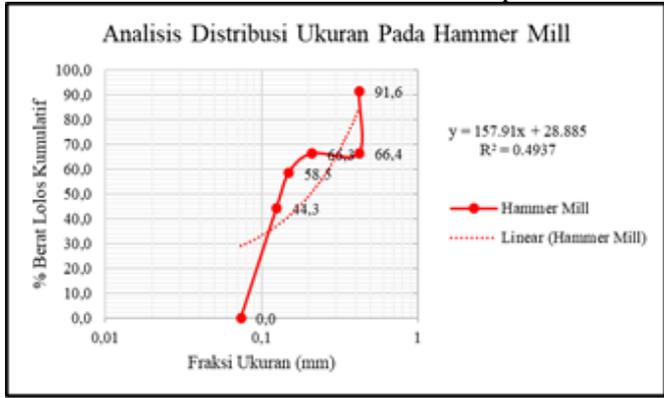
Tabel 2. Analisis Distribusi Ukuran pada Hammer Mill

No. Saringan	Dia. Lubang (mm)	Berat Butiran Tertinggal (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos
+40#	0.42	80	8.4	8.4	91.6
-40#, +70#	0.42	240	25.2	33.6	66.4
-70#, +100#	0.21	0.65	0.07	33.7	66.3
-100#, +120#	0.149	75	7.9	41.5	58.5
-120#, +200#	0.125	135	14.2	55.7	44.3
-200#	0.074	422	44.3	100.0	0.0
Total		952.65	100.0		

Berdasarkan data berat tertahan yang didapatkan dari masing-masing fraksi ukuran, dilakukan pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk menentukan persen berat tertahan, persen berat tertahan kumulatif, dan persen lolos. Kemudian data tersebut kembali diolah sehingga menghasilkan grafik analisis distribusi ukuran seperti Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik Analisis Distribusi Ukuran pada Jaw Crusher



Gambar 2. Grafik Analisis Distribusi Ukuran pada Hammer Mill

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan melalui grafik analisis distribusi ukuran diatas, didapatkan persamaan regresi linear yang dapat dilihat pada persamaan (2) dan (3). Persamaan ini digunakan untuk menentukan nilai P80 pada alat Jaw Crusher dan Hammer Mill. Berikut adalah hasil perhitungan P80 pada alat Jaw Crusher dan Hammer Mill menggunakan persamaan regresi linear:

- P80 pada *Jaw Crusher*

$$y = 23,479x + 6,7125 \quad (2)$$

$$80 = 23,479x + 6,7125$$

$$23,479x = 80 - 6,7125$$

$$x = 3,12$$

- P80 pada *Hammer Mill*

$$y = 157,91x + 28,8 \quad (3)$$

$$80 = 157,91x + 28,8$$

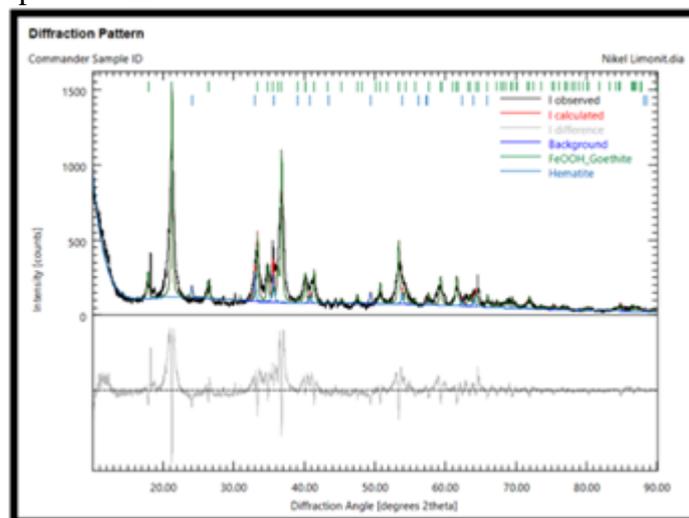
$$157,91x = 80 - 28,8$$

$$x = 0,324$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa alat Jaw Crusher memiliki nilai P80 sebesar 3,12 yang artinya 80% produk hasil pengecilan ukuran menggunakan Jaw Crusher memiliki ukuran yang lebih kecil dari 3,12 mm. Sedangkan pada alat Hammer Mill nilai P80 yang didapatkan yaitu 0,324 yang artinya 80% produk yang dihasilkan memiliki ukuran yang lebih kecil dari 0,324 mm. Hammer Mill menghasilkan nilai P80 yang lebih kecil dibandingkan dengan Jaw Crusher. Hal ini menunjukkan bahwa Hammer Mill berhasil menggerus material menjadi lebih halus dari pada Jaw Crusher sehingga diperoleh ukuran partikel yang sesuai untuk proses flotasi yang akan dijalankan.

2. Analisis XRD

Analisis XRD (X-ray Diffraction) bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa mineral yang terdapat dalam feed bijih nikel limonit sebelum proses flotasi. Data yang diperoleh dari hasil XRD diolah menggunakan software Profex 5.2 untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa tersebut. Hasilnya menunjukkan terdapat mineral oksida dengan adanya senyawa Magnetite (Fe_2O_3) dan Hematite (Fe_2O_3); terdapat mineral hidroksida dengan adanya senyawa Goethite ($FeO(OH)$), dan terdapat lempung dengan adanya senyawa Kolinite ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) dalam sampel feed nikel limonit. Hasil analisis XRD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Analisis Hasil XRD dengan Profex

3. Analisis XRF

Analisis XRF (X-ray Fluorescence) dilakukan untuk mendeteksi unsur kimiawi spesimen dengan karakter dari sinar X terhadap spesimen setelah radiasi energy tinggi sinar x primer. Hasil analisis XRF menunjukkan sampel awal dari bijih limonit memiliki kadar Ni relative rendah yaitu 1,27 %, komposisi kimia Fe₂O₃ sebesar 57,94% dan terdapat beberapa senyawa yang memiliki kadar 0 seperti Na, CaO, MgO, P₂O₅, SO₃, TiO₂, V₂O₅, dan ZnO. Tabel 3 menunjukan persentase dari komposisi kimia sampel awal bijih limonit dari analisis XRF.

Tabel 3. Kadar Senyawa pada Feed Ni

Unsur	Kadar
Al	4,40%
Cl	0,10%
Co	0,04%
Cr	1,90%
Fe	54,60%
Mg	0,80%
Mn	0,80%
Ni	1,27%
P	0,10%
Pb	0,01%
S	0,30%
Si	2,40%
V	0,10%
Ti	0,10%

4. Analisis Hasil Flotasi

Hasil flotasi menghasilkan produk konsentrat dan produk tailing. Produk ini bisa terjadi disebabkan karena suatu mineral memiliki sifat permukaan partikel yang berbeda-beda. Selama proses pemisahan antara konsentrat dan tailing terjadi loss atau berat hilang disebabkan oleh pemindahan material selama proses flotasi dan penimbangan berlangsung ataupun akibat faktor lain. Tabel 4 menunjukkan hasil flotasi pada penelitian ini.

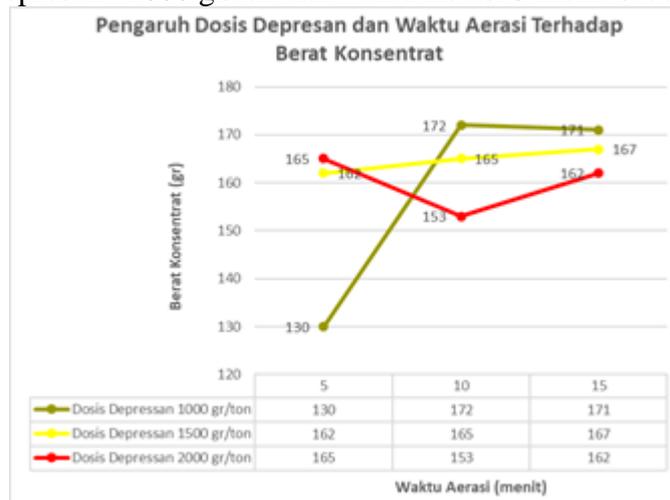
Tabel 4. Hasil Flotasi Berdasarkan Variasi Dosis Depresan dan Waktu Flotasi

Variasi	Waktu (menit)	Dosis Depresan	Konsentrat	Tailing	Kadar Ni	Recovery
			Gram	gram	%	%
A	5	1000 gr/ton	130	80	1,40%	58,33%
B		1500 gr/ton	162	76	1,30%	67,50%
C		2000 gr/ton	165	61	1,30%	68,75%
D	10	1000 gr/ton	172	48	1,30%	71,67%
E		1500 gr/ton	165	60	1,30%	68,75%
F		2000 gr/ton	153	68	1,30%	63,75%
G	15	1000 gr/ton	171	49	1,40%	83,01%
H		1500 gr/ton	167	43	1,40%	61,25%
I		2000 gr/ton	162	42	1,30%	76,67%

5. Analisis Massa Konsentrat Hasil Flotasi

Berdasarkan hasil analisis massa konsentrat pada Gambar 4, perolehan massa konsentrat terbesar terdapat pada variasi D dengan depresan 1000 gr/ton dan waktu flotasi 10 menit sebesar 172 gram, sedangkan perolehan massa konsentrat terendah terdapat pada

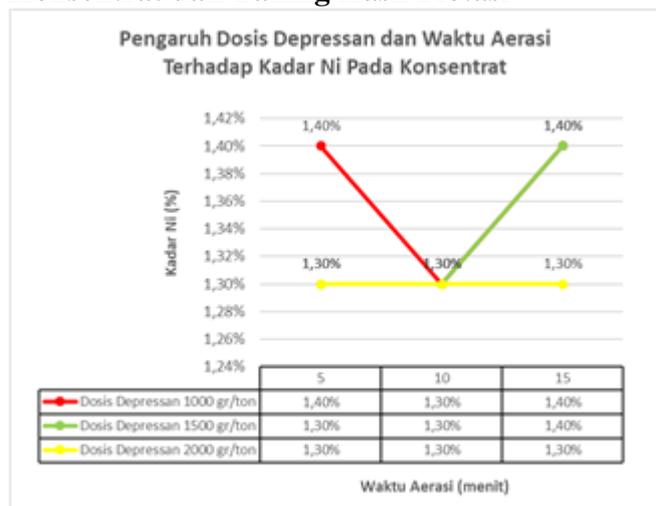
variasi A dengan depresan 1000 gr/ton dan waktu flotasi 5 menit sebesar 130 gram.



Gambar 4. Pengaruh Dosis Depresan dan Waktu Aerasi terhadap Massa Konsentrat

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa pada penggunaan dosis depresan 1000 gr/ton dan 2000 gr/ton grafiknya mengalami tren yang fluktuatif. Pada variasi penggunaan dosis depresan 1500, grafik menunjukkan tren peningkatan massa yang didapatkan seiring dengan bertambahnya waktu aerasi. Hal ini dapat terjadi karena adanya loss atau peristiwa hilangnya massa akibat pemindahan material dari alat flotasi ke wadah hasil flotasi, saat proses penimbangan, ataupun hilang saat proses flotasi tersebut sedang berlangsung. Massa terendah didapatkan pada penggunaan dosis depresan 1000 gr/ton dengan waktu aerasi 5 menit. Hal ini bisa terjadi karena saat penggunaan dosis depresan 1000 gr/ton dengan waktu aerasi 5 menit tidak cukup waktu untuk mengapungkan material berharga, sehingga massa konsentrat yang diperoleh hasilnya paling rendah. Namun pada saat penggunaan dosis depresan 1500 gr/ton dan 2000 gr/ton, kemampuan depresan untuk mengapungkan mineral berharga lebih kuat sehingga perolehan massanya meningkat.

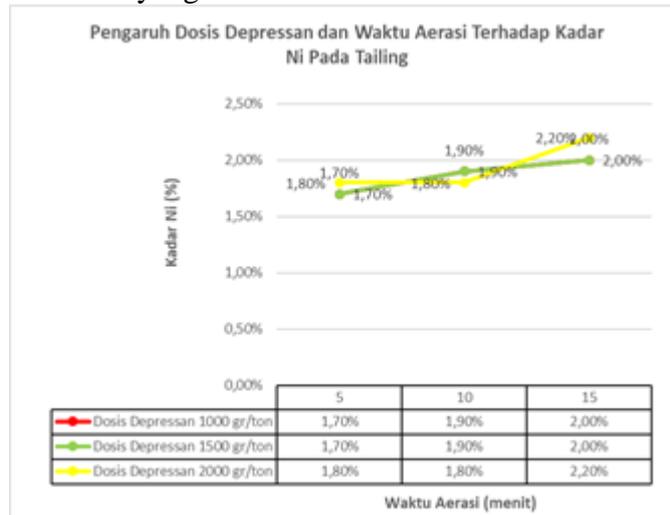
6. Analisis Kadar Konsentrat dan Tailing Hasil Flotasi



Gambar 5. Peningkatan Kadar Ni pada Konsentrat

Berdasarkan grafik diatas, peningkatan kadar Ni pada konsentrat terlihat meningkat dari sampel awal sebesar 1,27%. Pada dosis depresan 1000 gr/ton, peningkatan kadar Ni menunjukkan peningkatan namun terjadi secara fluktuatif. Kadar Ni tertinggi berada pada saat waktu aerasi dilakukan selama 5 menit dan 15 menit, dan menurun saat waktu aerasi 10 menit. Pada dosis depresan 1500 gr/ton, peningkatan kadar Ni menunjukkan tren

peningkatan. Pada waktu aerasi 5 menit dan 10 menit, kadar Ni berada dalam angka stabil yaitu 1,30% dan kemudian meningkat pada waktu aerasi 15 menit menjadi 1,40%. Pada dosis depressan 2000 gr/ton, peningkatan kadar Ni yang didapatkan yaitu 1,30% dan menunjukkan tren yang konstan di setiap waktu aerasi. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa untuk mendapat kadar Ni terbaik tidak memerlukan banyak dosis depressan karena dengan menggunakan dosis depressan 1500 gr/ton saja sudah mendapatkan kadar Ni tertinggi dengan tren yang meningkat di setiap waktu aerasi yang digunakan, sehingga proses peningkatan kadar Ni yang dilakukan lebih ekonomis.

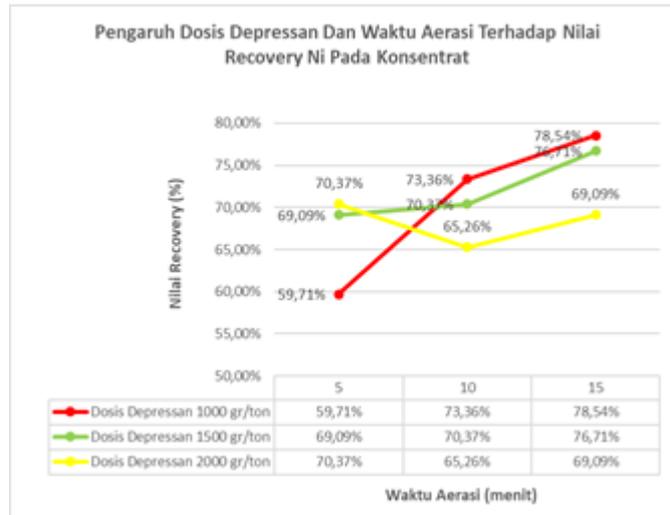


Gambar 6. Pengaruh Dosis Depressan dan Waktu Flotasi terhadap Peningkatan Kadar Ni pada Tailing

Berdasarkan gambar 6, kadar Ni pada konsentrat terlihat meningkat dari sampel awal sebesar 1,27%. Kadar Ni dalam tailing menunjukkan tren peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu aerasi. Pada dosis depressan 1000 gr/ton dan 1500 gr/ton, kadar Ni yang didapatkan dengan waktu aerasi 5 menit sebesar 1,70% dan mencapai 2,00% pada waktu aerasi 15 menit. Pada dosis depressan 2000 gr/ton, kadar Ni yang didapatkan dengan waktu aerasi 5 menit sebesar 1,80% dan kadar mencapai 2,20% pada waktu 15 menit. Berdasarkan hasil yang diperoleh, kadar Ni yang didapatkan pada tailing lebih besar dari kadar Ni yang didapatkan dari konsentrat. Oleh karena itu, yang terjadi adalah flotasi kebalikan (reverse flotation) dikarenakan pada bagian yang tenggelam ditemukan mineral berharga dan tailing berada pada bagian yang mengapung.

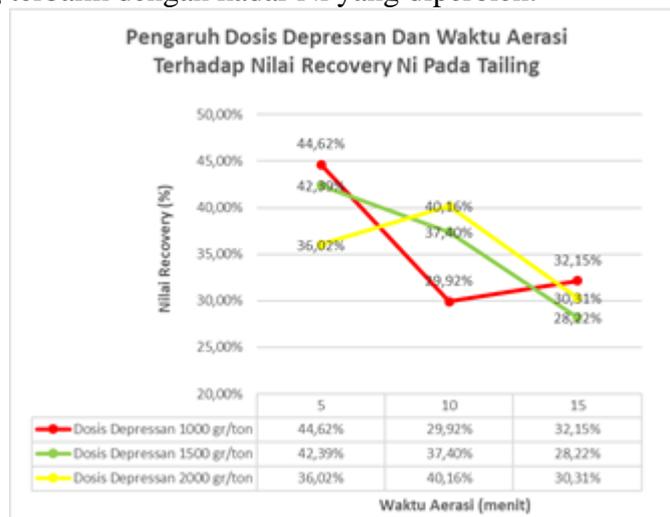
7. Analisis Recovery Berdasarkan Hasil Flotasi

Berdasarkan grafik pada Gambar 8, nilai recovery konsentrat hasil flotasi dengan dosis depressan 1000 gr/ton dan 1500 gr/ton menunjukkan tren peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu aerasi, namun pada dosis 2000 gr/ton menunjukkan tren yang fluktuatif. Pada umumnya nilai recovery akan berbanding terbalik dengan nilai kadar. Nilai recovery bergantung pada perlekatan gelembung udara dengan partikel pada proses flotasi sehingga apabila perlekatan gelembung udara dengan partikel semakin baik maka nilai recovery akan semakin meningkat. Nilai recovery terendah sebesar 59,71% pada penggunaan dosis depressan 1000 gr/ton dengan waktu aerasi 5 menit dan mendapatkan kadar Ni tertinggi mencapai 1,40%.



Gambar 7. Pengaruh Dosis Depresan dan Waktu Flotasi terhadap Nilai Recovery pada Konsentrat

Berdasarkan grafik nilai recovery Ni tailing hasil flotasi yang ditunjukkan pada Gambar 9, nilai Recovery Ni tertinggi terdapat pada variasi depresan 1000 gr/ton dengan waktu flotasi 5 menit sebesar 44,62% sedangkan nilai recovery Ni terendah pada variasi depresan 1000 gr/ton dengan waktu flotasi 10 menit. Secara keseluruhan, nilai recovery yang didapatkan pada tailing lebih rendah dibandingkan dengan nilai recovery pada konsentrat, namun berbanding terbalik dengan kadar Ni yang diperoleh.



Gambar 8. Pengaruh Dosis Depresan dan Waktu Flotasi terhadap Nilai Recovery pada Tailing

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terjadi peningkatan kadar Ni dari angka 1,27% menjadi 1,30% dan 1,40% pada konsentrat, dan 2,20% pada tailing. Kadar Ni tertinggi berada pada konsentrat dengan variabel depresan Na_2SiO_3 1000 gr/ton pada waktu 5 menit dan Na_2SiO_3 2000 gr/ton pada waktu 10 menit dan 15 menit. Peningkatan kadar Ni terbesar terjadi pada tailing hasil flotasi, yaitu pada saat penggunaan dosis depresan Na_2SiO_3 1500 gr/ton dengan waktu 15 menit sebesar 2,20%.
2. Perolehan massa konsentrat tertinggi terjadi pada variasi D dengan depresan 1000 gr/ton dan waktu flotasi 10 menit sebesar 172 gram, sedangkan perolehan massa konsentrat

- terendah terdapat pada variasi A dengan depressan 1000 gr/ton dan waktu flotasi 5 menit sebesar 130 gram. Massa konsentrat hasil tailing yang didapatkan harus diikuti dengan dosis dan waktu yang tepat, karena terbukti jika dilakukan dengan dosis depressan yang rendah dan waktu aerasi yang singkat maka depressan belum cukup waktu untuk mengapungkan material berharga sehingga perolehan massa konsentratnya akan rendah.
3. Perolehan nilai recovery dengan tren peningkatan terjadi pada penggunaan dosis depressan 1000 gr/ton dan 1500 gr/ton. Penggunaan dosis depressan tidak perlu dalam jumlah yang besar karena semakin besar dosis depressan maka nilai recovery yg didapatkan menunjukkan tren yang tidak stabil.
 4. Penelitian menunjukkan bahwa nilai recovery tertinggi pada konsentrat yaitu pada variasi dosis depressan 1000 gr/ton dengan waktu 15 menit sebesar 78,54%.

DAFTAR PUSTAKA

- Fuerstenau, Maurice C., Graeme J. Jameson, and Roe-Hoan Yoon, E. (2007). Froth flotation: a century of innovation. SME.
- Hodouin, D. (2011). Methods for automatic control, observation, and optimization in mineral processing plants. *Journal of Process Control*, 21(2), 211–225.
- Laurila, A., Karttunen, S., & Merilä, J. (2002). Adaptive phenotypic plasticity and genetics of larval life histories in two *Rana temporaria* populations. *Evolution*, 56(3), 617–627.
- Sbárbaro, D., & Del Villar, R. (2010). Advanced control and supervision of mineral processing plants. Springer.
- Wills, B. A., & Finch, J. A. (2016). *Will's Mineral Processing Technology: An introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Minerals Recovery* Eight Edition.
- Xie, Y., dan Sherwood, P. M. A. (1991). X-ray Photoelectron Spectroscopic Studies of Carbon Fibers. Part XV: Electrochemical Treatment on Pitch-based Fibers by Potentiostatic and Galvanostatic Methods. *Applied Spectroscopy*, 45(7), 1158–1165.