

## INTISARI

Saat ini eksplorasi dan pengembangan metode untuk memproses bijih laterit terus dilakukan untuk mengatasi tantangan pasokan logam kobalt yang semakin meningkat. Indonesia memiliki potensi sumber daya bijih laterit yang melimpah dan tersebar di beberapa pulau seperti Sulawesi, Halmahera, Papua dan Kalimantan. Bijih laterit secara umum terbagi menjadi dua jenis yaitu laterit saprolit (kadar tinggi) dan laterit limonit (kadar rendah). Proses pengolahan komersial yaitu proses pirometalurgi hanya diperuntukan untuk mengolah laterit saprolit, karena laterit limonit tidak menguntungkan jika diproses dengan metode ini. Metode hidrometalurgi menjadi salah satu teknik yang menjanjikan untuk mengambil logam berharga yang terkandung dalam laterit limonit. *Atmospheric Leaching* (AL) dengan menggunakan asam sulfat sebagai agen pelindi merupakan proses yang banyak digunakan dalam metode ini. Namun residu hasil proses sulit untuk diregenerasi kembali. Asam nitrat dapat menjadi alternatif sebagai agen pelindi karena mudah diregenerasi. Penambahan surfaktan kationik *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) dilakukan untuk meningkatkan *recovery* kobalt selama proses *Nitric Acid Atmospheric Leaching* (NAAL). Selanjutnya dilakukan permodelan kinetika untuk mempelajari reaksi yang terjadi selama proses NAAL.

Proses NAAL dilakukan dengan mencampurkan asam nitrat dengan konsentrasi 1M, 2M, dan 4M dengan 1 gram surfaktan CTAB. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 50°C, 70°C dan 90°C, dengan kecepatan pengadukan 400 ppm. Kemudian 15 gram laterit limonit ditambahkan ke dalam larutan dan dilakukan pengambilan sampel pada waktu 0, 1, 3, 5, 15, 30, 60, 120, dan 240 menit. Laterit limonit sebagai sampel awal dilakukan karakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui komposisi awal dari logam yang akan diproses. Untuk larutan hasil pelindian dilakukan karakterisasi dengan ICP untuk mengetahui konsentrasi logam yang berhasil terlarut.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kandungan awal logam Co, Ni, dan Fe di dalam sampel yang digunakan sebesar 0,19%; 1,37% dan 57,08%. Kondisi optimum yang didapatkan dalam penelitian ini adalah pada konsentrasi asam nitrat 2M, suhu pelindian 90°C dan waktu pelindian 240 menit. Dalam penelitian ini pada konsentrasi 4M *recovery* Co, Ni, dan Fe mengalami penurunan sebesar 11,4%; 3,67% dan 14,8%. Hal ini disebabkan karena terdapat lebih banyak H<sup>+</sup> yang bereaksi membentuk asam silikat dalam bentuk lapisan gel yang dapat menghambat proses pelindian. Pengaruh suhu dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *recovery* terus meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pelindian. Kenaikan suhu dapat menyebabkan peningkatan kecepatan gerak molekul dan tumbukan antar partikel dan ion H<sup>+</sup> yang akan meningkatkan laju pelarutan logam. Penggunaan surfaktan CTAB berhasil meningkatkan *recovery* logam Co, Ni, dan Fe dengan peningkatan sebesar 49,8%, 8,7% dan 7,1%. Penambahan surfaktan dalam larutan pelindian dapat mengurangi ketebalan film cair pada permukaan bijih laterit sehingga dapat mempercepat difusi konvektif dan perpindahan massa. Berdasarkan hasil simulasi kinetika SCM pada proses pelindian didapatkan nilai K<sub>F</sub>, D<sub>e</sub>, K<sub>R</sub> dan E<sub>a</sub> masing masing sebesar 1,8004x10<sup>-6</sup>(m/min), 2,9748x10<sup>-11</sup>(m<sup>2</sup>/min), 3,61x10<sup>-4</sup>(m<sup>2</sup>/min) dan 153,072 (kJ/mol).

Kata kunci: Laterit limonit, NAAL, surfaktan CTAB, *recovery*, kinetika.

## ABSTRACT

*Exploration and development of methods for processing laterit ore are currently underway to address the growth supply of cobalt metal. Indonesia has an abundant and scattered latérite ore resource potential on several islands such as Sulawesi, Halmahera, Papua and Kalimantan. In general, laterit ores can be classified into two types: saprolitic laterit (high-grade) and limonitic laterit (low-grade). The commercial processing, known as pyrometallurgy, is exclusively for saprolitic laterits, as the limonitic type is not beneficial using this method. Hydrometallurgy is a promising method for recovering valuable metals detected in limonitic laterits. However, the residues from this process are challenging to regenerate. Nitric acid is an alternatives as a leaching agent due to its can be easily regenerated. The Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) kationik surfactant is added to improve cobalt recovery in the Nitric Acid Atmospheric Leaching (NAAL) process. In addition, kinetic modeling is conducted to evaluate the reactions occurring during NAAL.*

*The NAAL process involves mixing nitric acid with concentrations of 1M, 2M, and 4M with 1 gram of CTAB surfactant. This mixture is heated at temperatures of 50°C, 70°C, and 90°C, with a stirring speed of 400 ppm. The limonitic laterit, serving as the initial sample, is characterized using XRF to determine the initial composition of the metals to be processed. For the leached solution, ICP characterization is conducted to determine the concentrations of dissolved metals.*

*According to experimental findings, the starting metal contents of the sample were 0.19%, 1.37%, and 57.08% for Co, Ni, and Fe, respectively. The optimal conditions obtained in this study are at a concentration of 2M nitric acid, leaching temperature of 90°C, and leaching time of 240 minutes. At the 4M concentration, Co, Ni, and Fe recoveries decreased by 11.4%, 3.67%, and 14.8%, respectively. This decrease is caused by more H<sup>+</sup> reacting to create silica acid, which forms a gel layer and inhibits leaching. The effect of temperature demonstrates that recovery values increase as leaching temperature rises. Elevated temperatures increase molecular movement speed and collisions among particles and H<sup>+</sup> ions, thereby enhancing the metal dissolution rate. CTAB surfactant effectively enhanced the recoveries of Co, Ni, and Fe metals by 49.8%, 8.73%, and 7.1%, respectively. The addition of surfactant in the leaching solution reduces the thickness of the liquid film on the laterit ore surface, thus accelerating convective diffusion and mass transfer. Based on the results of the SCM kinetic simulation in the leaching process, the values obtained for  $K_F$ ,  $D_e$ ,  $K_R$ , and  $E_a$  are  $1.8004 \times 10^{-6}$  (m/min),  $2.9748 \times 10^{-11}$  (m<sup>2</sup>/min),  $3.61 \times 10^{-4}$  (m<sup>2</sup>/min) and 153.072 (kJ/mol).*

**Keyword:** limonit laterit, NAAL, CTAB surfactant, recovery, kinetic.