

Salah satu sumber limbah logam yang berbahaya bagi lingkungan bisa terdapat pada *spent catalyst* yang merupakan limbah dari industri kimia dan industri minyak. *Recovery valuable metals* dari *spent catalyst* biasanya digunakan proses piro metalurgi atau hidrometalurgi untuk ekstraksi dan pemisahan logam yang lebih efektif, tergantung pada keberadaan dan komposisi konstituen yang terdapat pada material. Salah satu proses hidrometalurgi adalah dengan cara pelindian (*leaching*). Proses pelindian melibatkan pelarutan selektif logam dari material. Proses ini melibatkan penggunaan bahan kimia fase *aqueous* (asam dan basa), proses pelindian (*leaching*) dan / atau pemisahan logam dilakukan pada suhu yang jauh lebih rendah. Pada penelitian ini fokus pada *recovery spent catalyst* kobalt-molibdenum (Co-Mo) dengan menggunakan metode pelindian. Proses yang dilakukan adalah *leaching* menggunakan asam organik (asam sitrat dan asam asetat) dengan beberapa parameter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi asam organik, suhu, konsentrasi, waktu reaksi terhadap *recovery* Co-Mo, dan studi kinetika dengan membandingkan model matematika yang diusulkan.

Penelitian ini diawali dengan proses persiapan bahan baku dan merangkai alat penelitian. *Spent catalyst* diambil dan dihancurkan sampai lolos ayakan -200 mesh. Kemudian dilakukan analisis material untuk mengetahui karakterisasi komponen yang terdapat pada *spent catalyst*. Selanjutnya dilakukan proses *leaching* menggunakan asam sitrat dan asam asetat. Variasi penelitian berupa jenis asam organik, waktu pelindian, suhu operasi, konsentrasi larutan. Pelindian dijalankan pada labu leher tiga yang dilengkapi dengan pemanas, termometer, motor pengaduk, dan pendingin *reflux*. Selama proses pelindian dilakukan pengambilan sampel untuk mengetahui *recovery* logam yang didapatkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pelindian, maka semakin tinggi *recovery* Co dan Mo yang diperoleh. Semakin lama waktu pelindian maka perolehan kobalt dan molibdenum dalam larutan akan meningkat. Kondisi terbaik diperoleh pada konsentrasi asam sitrat 3,06 M, suhu 60°C dan 300 menit, memberikan perolehan tertinggi pada Co dan Mo masing-masing sebesar 32,01% dan 7,17%. Sedangkan untuk asam asetat, kondisi terbaik diperoleh pada konsentrasi 6 M, suhu 60°C dan 300 menit dengan *recovery* Co sebesar 36,22% dan Mo 1,56%. Model matematis *Shrinking Core Model* (SCM) yang sesuai dengan proses *leaching valuable metals* dari *spent catalyst* berdasarkan asumsi bahwa difusi *inert layer* merupakan tahapan yang mengontrol laju pelindian. Energi aktivasi untuk asam sitrat terhadap kobalt dan molibdenum adalah 13,72 kJ/mol dan 19,16 kJ/mol. Nilai energi aktivasi untuk asam asetat terhadap kobalt dan molibdenum adalah 1,52 kJ/mol dan 35,24 kJ/mol. Berdasarkan nilai R^2 dan SSE setiap variasi asam terhadap elemen kobalt dan molibdenum, model SCM lebih mengarah pada kinetika proses pelindian dikontrol oleh difusi *inert layer*.

Kata kunci: *spent catalyst*; pelindian; jenis asam; *recovery*; kinetika pelindian

ABSTRACT

One source of metal waste that is hazardous to the environment can be found in spent catalysts which are waste from the chemical industry and the oil industry. Recovery of valuable metals from spent catalysts is usually used by pyrometallurgical or hydrometallurgical processes for more effective extraction and separation of metals, depending on the presence and composition of the constituents present in the material. One of the hydrometallurgical processes is leaching. The leaching process involves the selective dissolution of metals from the material. This process involves the use of aqueous phase chemicals (acid and base), leaching and/or metal separation carried out at much lower temperatures. This research focuses on the recovery of spent catalyst cobalt-molybdenum (Co-Mo) using the leaching method. The process carried out is leaching using organic acids (citric acid and acetic acid) with several parameters. This study aims to determine the effect of variations in organic acids, temperature, concentration, reaction time on the recovery of Co-Mo, and kinetic studies by comparing the proposed mathematical model.

In this research, the recovery of cobalt and molybdenum from spent catalyst of was leaching using citric acid and acetic acid. Spent catalyst is taken and crushed to pass the -200 mesh sieve. Then the material analysis was carried out to determine the characterization of the components contained in the spent catalyst. Furthermore, the leaching process was carried out using citric acid and acetic acid. Variations in the study were the type of organic acid, leaching time, operating temperature, solution concentration. The leaching was carried out in a three-neck flask equipped with a heater, thermometer, stirring motor and reflux cooler. During the leaching process, samples were taken to determine the metal recovery obtained.

The results showed that the higher the leaching temperature, the higher the recovery of Co and Mo obtained. The longer the leaching time, the higher the yield of cobalt and molybdenum in solution. The optimum conditions were obtained at a concentration of 3.06 M citric acid, temperature of 60°C, and 300 minutes, giving the highest recovery for Co and Mo of 32.01% and 7.17%, respectively. As for acetic acid, the best conditions were obtained at concentration of 6 M, temperature of 60°C, and 300 minutes with recovery of Co of 36.22% and Mo of 1.56%. Based on the assumption that diffusion of the inert layer is the step that controls the leaching rate, the mathematical model of Shrinking Core Model (SCM) is suitable for the leaching of valuable metals from spent catalyst. Citric acid's activation energies for cobalt and molybdenum were 13.72 kJ/mol and 19.16 kJ/mol. Acetic acid's activation energy values for cobalt and molybdenum are 1.52 kJ/mol and 35.24 kJ/mol, respectively. The SCM model is more inclined to the kinetics of the leaching process controlled by the diffusion of the inert layer based on the values of R^2 and SSE for each acid variation of cobalt and molybdenum elements.

Keywords: spent catalyst; leaching; acid type; recovery; leaching kinetics