

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN TINGGI *BED* PADA *COLUMN LEACHING*
LIMBAH *SPENT CATALYST* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ DENGAN PELARUT ASAM SITRAT**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh:

Anie Karolina Tipawael

(6141901088)

Hasriana

(6141901101)

Pembimbing:

Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS INDUSTRI TEKNOLOGI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2023



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Anie Karolina Tipawael
NPM : 6141901088
Nama : Hasriana
NPM : 6141901101
Judul : Pengaruh Ukuran Partikel Dan Tinggi Bed pada Column Leaching Limbah Spent Catalyst Co-Mo/ γ -Al₂O₃ Dengan Pelarut Asam Sitrat

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 13 Februari 2023

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.


Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

LEMBAR REVISI

Nama : Anie Karolina Tipawael
NPM : 6141901088
Nama : Hasriana
NPM : 6141901101
Judul : Pengaruh Ukuran Partikel Dan Tinggi Bed pada Column Leaching Limbah Spent Catalyst Co-Mo/ γ -Al₂O₃ Dengan Pelarut Asam Sitrat

CATATAN :

1. Pembahasan dilengkapi berdasarkan hasil diskusi pada saat sidang.
2. Perbaiki penulisan tabel, persamaan, dan tanda baca sesuai dengan ketentuan.
3. Penambahan pembahasan meliputi perbandingan model kinetika pada proses *leaching*, alasan hasil *recovery* ion *cobalt* lebih konstan dibandingkan ion logam molybdenum dan alumunium terhadap variasi waktu serta alasan asam sitrat digunakan dalam percobaan ini sebagai pelarut walaupun hasilnya kurang baik.
4. Penambahan saran sesuai hasil diskusi pada sidang.
5. Melengkapi isi abstrak.

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 11 Februari 2023

Penguji 1

Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Penguji 2

Hans Kristianto, S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anie Karolina Tipawael

NPM : 6141901088

Nama : Hasriana

NPM : 6141901101

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

***Pengaruh Ukuran Partikel Dan Tinggi Bed pada Column Leaching Limbah Spent
Catalyst Co-Mo/ γ -Al₂O₃ Dengan Pelarut Asam Sitrat***

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 9 Februari 2023



Anie Karolina Tipawael

(6141901088)



Hasriana

(6141901101)

INTISARI

Mineral logam adalah salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga untuk memperolehnya diperlukan cara selain melalui pertambangan. Cara tersebut adalah dengan mengambilnya dari *spent catalyst* yang digunakan pada proses dalam industri pertambangan. Logam yang masih ada dalam *spent catalyst* dapat digunakan kembali dengan cara melakukan *leaching* menggunakan pelarut asam atau basa. *Leaching* asam dapat menggunakan pelarut asam organik dan anorganik. *Spent catalyst* mengandung banyak kandungan logam seperti molibdenum (Mo), vanadium (V), nikel (Ni), kobalt (Co), aluminium (Al), dan masih banyak lagi yang tergolong sebagai limbah B3 sehingga perlu adanya pengolahan secara khusus melalui proses *Column leaching*.

Spent catalyst yang digunakan dalam penelitian ini adalah *spent catalyst* Co-Mo/Al₂O₃ yang berasal dari PT. Pertamina yang berfokus pada *recovery* ion logam Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺. Proses *Column leaching* dilakukan pada temperatur ruang selama 48 Jam dengan menggunakan asam sitrat 1 M sebagai pelarut dimana variasi yang dilakukan adalah variasi tinggi *bed catalyst* dan diameter partikel *spent catalyst*. Pada variasi diameter partikel *spent catalyst* dilakukan pada ukuran <20 *mesh*, -20+40 *mesh*, dan -40+80 *mesh*. Pada diameter partikel -40+80 *mesh* digunakan untuk memvariasikan tinggi *bed*, yaitu 5 cm, 10 cm, dan 15 cm. Hasil *leaching spent catalyst* Co-Mo/Al₂O₃ akan dianalisis *X-ray Power Diffraction* (XRD) dimana pada analisis ini dapat ditentukan *peak* pada suatu oksida logam yang ada pada *spent catalyst*. Oksida logam yang berada pada *spent catalyst* yaitu MoO₃, CoO, dan Al₂O₃. Selain analisis tersebut, pada penelitian ini digunakan *Inductively Coupled Plasma* (ICP) untuk menganalisis hasil *recovery* dari ion logam dengan bantuan pelarut. Analisis digunakan *Inductively Coupled Plasma* digunakan untuk melihat %*recovery* dari ion logam Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺.

Dari hasil yang didapatkan, ditemukan bahwa Peningkatan waktu *leaching*, akan memberikan perolehan *recovery* ion logam yang meningkat, di mana nilai *recovery* ion logam kobalt (Co²⁺) adalah yang terbesar (33,12%; 31,62%; dan 47,19%) yang diakibatkan oleh kelarutan ion kobalt yang semakin meningkat jika berada pada suasana asam sedangkan nilai *recovery* ion logam aluminium (Al³⁺) sebesar 19,41%; 18,59%; dan 25,66% dan ion logam molibdenum (Mo⁶⁺) sebesar 22,07%; 22,61%; dan 31,03%. Pada variasi diameter partikel, didapatkan bahwa diameter terbaik yang dapat digunakan untuk *column leaching* adalah -20+40 *mesh* yang ditandai dengan perolehan ion kobalt (Co²⁺) sebesar 78,12%, ion logam aluminium (Al³⁺) sebesar 10,67%, dan ion logam molibdenum (Mo⁶⁺) sebesar 13,14%. Pada variasi tinggi *bed*, didapatkan bahwa tinggi *bed* terbaik adalah 15 cm dengan perolehan *recovery* sebesar 25,66% (Al³⁺); 47,19% (Co²⁺); dan 31,03% (Mo⁶⁺). Pada *Column Leaching* ini dilakukan uji metode *Shrinking Core* untuk melihat fenomena fisis yang terjadi pada *column leaching*. Dari hasil secara keseluruhan, didapati bahwa nilai R² yang mendekati 1 adalah difusi internal sehingga laju *leaching* pada *spent catalyst* Co-Mo/Al₂O₃ dikontrol oleh laju difusi internal.

Kata Kunci: *spent catalyst*, *leaching*, asam organik, *recovery* ion logam, *shrinking core method*

ABSTRACT

Minerals are one of the unrenewable resources. It takes some methods to extract the mineral. One of the method used is to leach it from spent catalysts used in the mining industry. The metals in spent catalysts can be reused by leaching using acid or alkaline solvents. Leaching can be done using organic and inorganic acids. Spent catalyst consists of many metals such as molybdenum (Mo), vanadium (V), nickel (Ni), cobalt (Co), aluminum (Al), and many more. The metals are classified as B₃ waste, so that column leaching can be done to treat spent catalyst waste is through the leaching process.

The spent catalyst used in this study is a Co-Mo/Al₂O₃ from PT. Pertamina. This study focus on the recovery of Co²⁺, Mo⁶⁺, and Al³⁺. The column leaching process is carried out at room temperature for 48 hours using 1 M citric acid as a solvent. The variation used in this study is particle size and the height of spent catalyst. The variation of spent catalyst size are <20 mesh, -20+40 mesh, and -40+80 mesh. Meanwhile, at the particle size of -40+80 mesh, this study will used the variation of bed height such as, 5 cm, 10 cm, and 15. The results of column leaching will be analyzed using X-ray Power Diffraction (XRD) which is used to analyzed the the mineral oxide such as MoO₃, CoO, dan Al₂O₃. Meanwhile, in this study, Inductively Coupled Plasma (ICP) is also used to see the recovery of metal ions (Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺) with solvent.

In column leaching is was found that the increase in leaching time will give a tendency to increase metal ion recovery, where the recovery of cobalt (Co²⁺) is the highest recovery (33.12%, 31.62%, and 47.19%). It caused by the solubility of cobalt in acid will increase. Meanwhile, the recovery of alumunium (Al³⁺) is 19.41%, 18.59%, and 25.66% and molybdenum (Mo⁶⁺) is 22.07%, 22.61%, and 31.03%. In the variation of particle size, it was found that the best size that can be used for column leaching is -20 + 40 mesh which the recovery of cobalt (Co²⁺) is 78.12 %. Meanwhile, the recovery of alumunium (Al³⁺) is 10.67% and molybdenum (Mo⁶⁺) is 13.14%. In the variations of bed height, it was found that the best bed height was 15 cm with metal ion recovery of Al³⁺ is 25,66%, Co²⁺ is 47,19%, Mo⁶⁺ is 31,03%. In Column Leaching, a Shrinking core method was carried out to see the phenomena of leaching process. Overall, it was found that the value of R² close to 1 is internal diffusion so that, the leaching rate in the spent catalysts Co-Mo/Al₂O₃ is pore-diffusion controlled.

Keywords: spent catalyst, leaching, organic acids, metal ion recovery, shrinking core method

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal penelitian dengan judul **“Pengaruh Ukuran Partikel Dan Tinggi Bed Metode *Column Leaching* Limbah *Spent Catalyst Co-Mo/γ-Al₂O₃ Dengan Pelarut Asam Sitrat*”** tepat pada waktunya. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang membantu dalam penyusunan Laporan Penelitian, terutama kepada:

1. Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan, berupa bimbingan dan arahan, ilmu pengetahuan, saran, serta waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini berjalan.
2. Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan, berupa bimbingan dan arahan, ilmu pengetahuan, saran, serta waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini berjalan.
3. Orang tua dan keluarga penulis atas dukungan serta doa yang telah diberikan.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan serta saran dalam penyusunan proposal penelitian.
5. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun dari semua pihak serta diharapkan tulisan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Bandung, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	<i>i</i>
LEMBAR PENGESAHAN.....	<i>iii</i>
SURAT PERNYATAAN.....	<i>iv</i>
LEMBAR REVISI.....	<i>v</i>
KATA PENGANTAR.....	<i>vi</i>
DAFTAR ISI.....	<i>vii</i>
DAFTAR GAMBAR.....	<i>xi</i>
DAFTAR TABEL.....	<i>xiii</i>
INTISARI.....	<i>xv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvi</i>
BAB I PENDAHULUAN.....	<i>17</i>
1.1 Latar Belakang.....	<i>17</i>
1.2 Tema Sentral Masalah.....	<i>18</i>
1.3 Identifikasi Masalah.....	<i>18</i>
1.4 Premis.....	<i>18</i>
1.5 Hipotesis.....	<i>20</i>
1.6 Tujuan Penelitian.....	<i>20</i>
1.7 Manfaat Penelitian.....	<i>20</i>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	<i>22</i>
2.1 Karakteristik Logam.....	<i>22</i>
2.1.1 Kobalt (Co).....	<i>22</i>
2.1.2 Molibdenum (Mo).....	<i>23</i>
2.1.3 Aluminium (Al).....	<i>23</i>
2.2 <i>Spent Catalyst</i>	<i>24</i>
2.3 <i>Leaching</i>	<i>27</i>
2.4 <i>Column Leaching</i>	<i>30</i>
2.4.1 Bentuk <i>Column Leaching</i>	<i>31</i>
2.5 Mekanisme <i>Leaching</i>	<i>32</i>
2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Leaching</i>	<i>33</i>

2.6.1	Temperatur	33
2.6.2	Agitasi	34
2.6.3	Ukuran partikel.....	34
2.6.4	Konsentrasi Pelarut	35
2.6.5	Waktu ekstraksi	35
2.6.6	Pelarut.....	35
2.6.7	Densitas <i>Pulp</i>	37
2.6.8	Zat Aditif.....	37
2.7	Pelarut Asam Organik.....	38
2.7.1	Asam Oksalat	39
2.7.2	Asam Sitrat.....	40
2.7.3	Asam Laktat	41
2.7.4	Asam Asetat	42
2.8	<i>Shrinking Core Model</i>	43
2.9	Instrumen Analisis	44
2.9.1	Spektrofotometer UV-Vis	44
2.9.2	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	47
2.9.3	<i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	48
BAB III METODE PENELITIAN.....		49
3.1	Gambaran Umum Penelitian.....	49
3.2	Bahan	49
3.3	Alat.....	49
3.3.1	Alat Utama	49
3.3.2	Alat Pendukung.....	49
3.3.3	Rangkaian Alat.....	50
3.4	Prosedur Penelitian	51
3.4.1	Proses Pengayakan <i>Spent Catalyst Co-Mo/Al₂O₃</i>	51
3.4.2	Proses Pembuatan Larutan Asam Organik	52
3.4.3	Proses <i>Column Leaching Spent Catalyst Co-Mo/Al₂O₃</i>	52
3.5	Metode Analisis Proses <i>Leaching Spent Catalyst</i>	55
3.6	Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	55

BAB IV PEMBAHASAN	57
4.1 Karakteristik Bahan Baku dan Hasil <i>Column Leaching</i>	57
4.2 Pengaruh Tinggi Padatan pada <i>Column Leaching</i> terhadap Hasil <i>Recovery</i> Ion Logam	58
4.3 Pengaruh Diameter Partikel pada <i>Column Leaching</i> terhadap Hasil <i>Recovery</i> Ion Logam	60
4.4 Hasil <i>Recovery</i> Ion Logam Co^{2+} , Mo^{6+} , dan Al^{3+} terhadap Waktu.....	63
4.5 Identifikasi Senyawa pada Hasil <i>Leaching Spent Catalyst</i> Co-Mo/ γ - Al_2O_3	67
4.5.1 Pengaruh Tinggi <i>Column</i> terhadap Senyawa dalam <i>Spent Catalyst</i> Co-Mo/ γ - Al_2O_3	67
4.5.2 Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Senyawa dalam <i>Spent Catalyst</i> Co-Mo/ γ - Al_2O_3	69
4.6 Perbandingan Hasil <i>Recovery</i> Ion Logam pada Metode <i>Batch</i> dan <i>Column Leaching</i> ...	70
4.6.1 Variasi Tinggi <i>Bed Spent Catalyst</i>	70
4.6.2 Variasi Diameter Partikel <i>Spent Catalyst</i>	72
4.7 <i>Shrinking Core Model</i> pada <i>Column Leaching</i>	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN A	88
A.1 Analisis Kadar Kobalt.....	88
A.2 Analisis Kadar Molibdenum	90
A.3 Analisis Kadar Aluminium	92
LAMPIRAN B.....	95
B.1 Asam Sitrat.....	95
B.2 Ditizon.....	96
B.3 <i>Thioglycolic Acid</i> (TGA).....	98
B.4 <i>Eriochrome Cyanine R</i>	99
LAMPIRAN C.....	101
C.1 Grafik <i>Recovery</i> Ion Logam Al^{3+} , Co^{2+} , dan Mo^{6+} Variasi Tinggi <i>Bed</i>	101
C.2 Grafik <i>Recovery</i> Ion Logam Al^{3+} , Co^{2+} , dan Mo^{6+} Variasi Diameter Partikel.....	101

C.3 Grafik Perbandingan % <i>Recovery</i> Metode <i>Batch</i> dan <i>Column Leaching</i>	102
C.3.1 Grafik Variasi Tinggi <i>Bed Spent Catalyst</i>	102
C.3.2 Grafik Variasi Diameter Partikel <i>Spent Catalyst</i>	103
C.4 Grafik Performa <i>Leaching</i> Ion Logam Variasi Tinggi <i>Bed</i>	105
C.5 Grafik Performa <i>Leaching</i> Ion Logam Variasi Diameter Partikel	106
LAMPIRAN D	108
D.1 Hasil ICP <i>Column Leaching</i>	108
D.2 Hasil Analisa XRD	111
D.2.1 <i>Spent Catalyst</i> Co-Mo/ γ -Al ₂ O ₃	111
D.2.2 <i>Leaching Column</i> Variasi Tinggi <i>Bed</i>	111
D.2.3 <i>Leaching Column</i> Variasi Ukuran Partikel	112
D.2.4 <i>Leaching Column vs Batch</i> Variasi Tinggi <i>Bed</i> 5 cm dan 10 cm.....	112
D.2.5 <i>Leaching Column vs Batch</i> Variasi Tinggi <i>Bed</i> 15 cm	113
D.2.6 <i>Leaching Column vs Batch</i> Variasi Ukuran partikel <20 <i>mesh</i>	113
D.2.7 <i>Leaching Column vs Batch</i> Variasi Ukuran partikel -20+40 <i>mesh</i>	114
D.2.8 <i>Leaching Column vs Batch</i> Variasi Ukuran partikel -40+80 <i>mesh</i>	114
D.3 <i>Shrinking Core Method Column leaching</i>	115
D.3.1 <i>Shrinking Core Method</i> Variasi Tinggi <i>Bed</i>	115
D.3.2 <i>Shrinking Core Method</i> Variasi Diameter Partikel	119
D.4 Dokumentasi Penelitian	122
D.4.1 Rangkaian Alat	122
D.4.2 Hasil Penelitian.....	123
LAMPIRAN E.....	124
E.1 Contoh Perhitungan % <i>Recovery</i> Ion Logam Al ³⁺ , Co ²⁺ , dan Mo ⁶⁺	124
E.2 Contoh Perhitungan <i>Shrinking Core Model</i> Ion Logam Al ³⁺ , Co ²⁺ , dan Mo ⁶⁺	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Gambar XRD <i>Spent Catalyst</i> Co-Mo/ γ -Al ₂ O ₃	26
Gambar 2. 2. <i>Spent Catalyst</i> Co-Mo/ γ -Al ₂ O ₃	26
Gambar 2. 3. Mekanisme <i>Leaching</i>	33
Gambar 2. 4. <i>Metallic Complexes</i> dari Asam Sitrat.....	40
Gambar 2. 5. Diagram Spektrofotometer UV-Vis	45
Gambar 2. 6. Difraksi Sinar-X oleh Kristal	47
Gambar 3. 1. <i>Design Column Leaching</i> : (a) <i>Column</i> , (b) Area Kerja <i>Column Leaching</i>	51
Gambar 3. 2. Pengayakan <i>Spent Catalyst</i> Co-Mo/Al ₂ O ₃	52
Gambar 3. 3. Pembuatan Larutan Asam Organik	52
Gambar 3. 4. Proses <i>Column Leaching</i> Variasi Waktu Terbaik.....	53
Gambar 3. 5. Proses <i>Column Leaching</i> Variasi Laju Alir Pelarut.....	53
Gambar 4. 1 Hasil analisis XRD pada <i>spent catalyst</i> Co-Mo/ γ -Al ₂ O ₃	57
Gambar 4. 2 Perbandingan <i>Recovery</i> Ion Logam Menggunakan Asam Sitrat Pada 48 Jam ...	59
Gambar 4. 3 Perbandingan <i>Recovery</i> Ion Logam Menggunakan Asam Sitrat Pada 36 Jam ...	61
Gambar 4. 4 Penggumpalan <i>Spent Catalyst</i>	62
Gambar 4. 5 <i>Recovery</i> Ion Logam Variasi Tinggi <i>Bed</i> selama 48 Jam	64
Gambar 4. 6 <i>Recovery</i> Ion Logam Variasi Tinggi <i>Bed</i> selama 48 Jam	66
Gambar 4. 7 Perbandingan Difraktogram <i>Spent Catalyst</i> Hasil <i>Leaching</i> Variasi Tinggi <i>Column</i>	68
Gambar 4. 8 Perbandingan Difraktogram <i>Spent Catalyst</i> Hasil <i>Leaching</i> Variasi Ukuran Partikel.....	69
Gambar 4. 9 Perbandingan <i>Recovery</i> Ion Logam Secara <i>Batch</i> dan <i>Column Leaching</i> selama 48 Jam.....	71
Gambar 4. 10 Perbandingan <i>Recovery</i> Ion Logam Secara <i>Batch</i> dan <i>Column Leaching</i> selama 48 Jam.....	73
Gambar A. 1. Pembuatan Kurva Standar Larutan Kobalt.....	88
Gambar A. 2. Pembuatan Kurva Standar Larutan Kobalt.....	89
Gambar A. 3. Analisis Kadar Kobalt	89
Gambar A. 4. Pembuatan Kurva Standar Larutan Molibdenum.....	91

Gambar A. 5. Analisis Kadar Molibdenum	92
Gambar A. 6. Analisis Kadar Molibdenum	93
Gambar A. 7. Analisis Kadar Molibdenum	94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Premis <i>Column Leaching</i>	19
Tabel 2. 1. Kelarutan Senyawa Kompleks Logam Kobalt.....	22
Tabel 2. 2. Kelarutan Senyawa Kompleks Logam Molibdenum.....	23
Tabel 2. 3. Kelarutan Senyawa Kompleks Logam Alumunium	24
Tabel 2. 4. Komposisi <i>Spent Catalyst</i>	27
Tabel 2. 5. Metode <i>Leaching</i> Pada Industri	28
Tabel 2. 5. Metode <i>Leaching</i> Pada Industri (Lanjutan)	29
Tabel 2. 5. Metode <i>Leaching</i> Pada Industri (Lanjutan)	30
Tabel 2. 6. Bentuk <i>Column Leaching</i>	31
Tabel 2. 6. Bentuk <i>Column Leaching</i> (Lanjutan)	32
Tabel 2. 7. Sifat Fisika Asam Oksalat	39
Tabel 2. 8. Sifat Fisika Asam Sitrat	41
Tabel 2. 9. Sifat Fisika Asam Laktat	41
Tabel 2. 10. Sifat Fisika Asam Asetat	42
Tabel 2. 11. <i>Visible Spectrum</i>	47
Tabel 3. 1. Variasi <i>Run Column Leaching Spent Catalyst Co-Mo/Al₂O₃</i>	54
Tabel 3. 2. Rencana Kerja Penelitian.....	56
Tabel 4. 1 Hasil XRF <i>Spent Catalyst Co-Mo/γ-Al₂O₃</i>	58
Tabel 4. 2 <i>Void Fraction</i> Tiap Ukuran Partikel	61
Tabel 4. 3 Nilai Bilangan Reynould pada Variasi Diameter Partikel	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 <i>Shrinking Core Model</i> pada Setiap Variasi <i>Column Leaching</i>	75
Tabel D. 1 Hasil ICP <i>Column leaching</i>	108
Tabel D. 2 Fraksi Lowong <i>Column leaching</i>	110
Tabel D. 3 <i>Tbed</i> 5 cm	115
Tabel D. 4 <i>Tbed</i> 10 cm	115
Tabel D. 5 <i>Tbed</i> 15 cm	116
Tabel D. 6 <i>Tbed</i> 5 cm	116
Tabel D. 7 <i>Tbed</i> 10 cm	117

Tabel D. 8 <i>Tbed</i> 15 cm	117
Tabel D. 9 <i>Tbed</i> 5 cm	118
Tabel D. 10 <i>Tbed</i> 10 cm	118
Tabel D. 11 <i>Tbed</i> 15 cm	119
Tabel D. 12 dpartikel >20 mesh.....	119
Tabel D. 13 dpartikel -20+40 mesh	119
Tabel D. 14 dpartikel -40+80 mesh	120
Tabel D. 15 dpartikel >20 mesh.....	120
Tabel D. 16 dpartikel -20+40 mesh	120
Tabel D. 17 dpartikel -40+80 mesh	120
Tabel D. 18 dpartikel >20 mesh.....	120
Tabel D. 19 dpartikel -20+40 mesh	121
Tabel D. 20 dpartikel -40+80 mesh	121

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mineral logam adalah salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga untuk memperolehnya diperlukan cara selain melalui pertambangan. Cara tersebut adalah dengan mengambilnya dari *spent catalyst* yang digunakan pada proses dalam industri pertambangan. *Spent catalyst* yang digunakan masih banyak mengandung logam berharga yang memiliki mutu yang cukup baik. Salah satu *spent catalyst* yang sering digunakan adalah Co-Mo/ γ -Al₂O₃. γ -alumina yang terkandung dalam *spent catalyst* tersebut merupakan *ceramic material* yang biasa digunakan sebagai absorben, katalis, dan *support* katalis (Mohammed, 2016). Dalam *spent catalyst* tersebut masih terdapat kobalt, molibdenum, dan aluminium. Disamping itu, dengan mengambil logam yang ada pada *spent catalyst* memberi dampak yang baik dalam mengurangi limbah B3 yang berbahaya bagi masyarakat maupun lingkungan.

Logam yang masih ada dalam *spent catalyst* dapat digunakan kembali dengan cara melakukan *leaching* menggunakan pelarut asam atau basa. *Leaching* asam dapat menggunakan pelarut asam organik dan anorganik. Asam organik banyak digunakan dalam *leaching* logam *spent catalyst* karena perolehan logam yang lebih besar. Namun, penggunaan asam anorganik berbahaya terhadap lingkungan dan menghasilkan gas yang berbahaya dalam prosesnya. Sehingga, pada saat ini *leaching* menggunakan asam organik lebih digemari karena dampak yang ditimbulkan ke lingkungan maupun masyarakat lebih rendah. Selain itu, asam organik diunggulkan dalam *leaching* karena tidak menghasilkan gas berbahaya, dapat dilakukan pada saat kondisi normal, *biodegradable*, dan dapat digunakan kembali (Nugroho, dkk., 2021; Pathak, dkk., 2020). Pelarut asam organik yang kerap digunakan adalah asam oksalat, asam laktat, asam sitrat, asam glikolat, asam ptalat, asam malonat, asam salisilat, dan asam tartarat yang tergolong dalam asam monokarboksilat, asam dikarboksilat, dan asam trikarboksilat (Pathak, dkk., 2020).

Leaching menggunakan asam organik dapat dilakukan menggunakan *flasks*, *batch reactors*, dan *continuous reactors*. Pada penelitian ini akan digunakan *column*, *column* dianggap sebagai *intermediary scale* karena dalam pengoperasiannya mendekati *heap leaching*. Dimana dinilai efektif dalam menggambarkan keadaan pada saat *leaching* terjadi pada keadaan sebenarnya. Secara teoritis, *leaching column* sangat dipengaruhi oleh kecepatan pelarut

memasuki column. Hal ini karena *leaching* akan maksimum dalam kondisi turbulen. Oleh karena itu, penelitian kali ini akan akan dilihat bagaimana mekanisme kerja *column* dalam *me-leaching* katalis Co-Mo/ γ -Al₂O₃ serta bagaimana aliran pelarut mempengaruhi hasil *recovery* katalis.

1.2 Tema Sentral Masalah

Berdasarkan studi literatur yang ada, penelitian mengenai *column leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ menggunakan pelarut organik, yaitu asam sitrat masih kurang dilakukan yang menjadikan alasan dilakukannya penelitian ini. Pada *Column leaching* akan divariasikan waktu *leaching* dan laju pelarut untuk menentukan kondisi terbaik dari hasil *recovery* ion logam Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺ sehingga dapat menjadi gambaran awal kondisi operasi *column* yang efektif untuk *me-leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃.

1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan tema sentral masalah dan tinjauan pustaka yang dilakukan, dapat disimpulkan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu *leaching* terhadap persentase *recovery* ion logam Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺ pada proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ menggunakan *column*?
2. Bagaimana pengaruh tinggi *bed spent catalyst* terhadap persentase *recovery* ion logam Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺ pada proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ menggunakan *column*?
3. Bagaimana pengaruh diameter *spent catalyst* terhadap persentase *recovery* ion logam Co²⁺, Mo⁶⁺, dan Al³⁺ pada proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ menggunakan *column*?

1.4 Premis

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan mengenai proses *leaching* ion dari *spent catalyst*, diperoleh premis-premis penelitian seperti yang tersaji pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1. 1. Premis *Column Leaching*

Literatur	Kondisi Operasi						Dimensi Alat				Hasil <i>Leaching</i>
	Mekanisme <i>Column</i>	Jenis Pelarut	pH	Suhu (°C)	Waktu <i>Leaching</i>	Bahan	Laju Alir Pelarut	Massa Bahan (g)	Tinggi <i>Column</i> (cm)	Diameter <i>Column</i> (cm)	
Ke, dkk., (2020)	<i>batch</i>	0,1 M Asam Sitrat	5	25	20 hari dan 35 hari	<i>smelter soil</i>	0,071 L/s dan 0,125 L/s	731 g	40	5,65	99,2% Cd 99,9% Pb 98,6% Zn 97,9% Cu
Liu, dkk., (2018)	<i>batch</i>	Asam Sulfat dan Asam nitrat (4.4:1)	3.38 4.22 5.44 7.51	25	setiap 8 jam dalam 16 jam	<i>soil in Dredged Sediment disposal sites</i>	-	-	30	3.2	cd < 0.05 µg/L cr < 0.5 µg/L Ni < 4 µg/L Cu < 10 µg/L Zn < 5 µg/L
Rivas, dkk., (2019)	<i>batch</i> dan kontinu	Asam Sulfat	0.5	25	120 menit	<i>coal-fired power plant</i>	180 mL/min	10000 gr	50	10	0.36-0.48 %Al
Mitchell, dkk., (2017)	<i>batch</i>	0,5 M NaOH	-	25	48 jam	S-CA	0,5 mL/min	400 g <i>soil</i> + 40 g <i>contaminated ash (S-CA)</i>	20	6	15 mg Cu/kg 20 mg As/kg
Muhammad, dkk., (2021)	kontinu	<i>deionized water</i>	5	25	15; 30; 45; 60; 75; 90 hari	<i>contaminated soil</i>	16.47 µL/min	400 g	30	5	90; 80; 78-79; 71; 69; 64; 61 µg/L
Komnitsas, dkk., (2019)	kontinu	Asam Sulfat dan Na ₂ SO ₃	4	25	25 hari	<i>Greek low- grade saprolitic laterites</i>	3 L/hari	1000 g	5	50	47.4% dan 72.5% Co

1.5 Hipotesis

Pada penelitian ini terdapat beberapa hipotesis yang dapat dijabarkan sebagai berikut berdasarkan tinjauan pustaka yang dilakukan:

1. Waktu *Leaching* mempengaruhi kinerja *column* dalam proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ dimana semakin lama waktu ekstraksi maka *recovery* mineral akan semakin tinggi.
2. Tinggi *Bed spent catalyst* mempengaruhi hasil *recovery leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ dimana semakin lama tinggi *bed spent catalyst* maka *recovery* mineral akan semakin tinggi
3. Diameter *spent catalyst* mempengaruhi mempengaruhi hasil *recovery leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ dimana semakin kecil diameter *spent catalyst* maka *recovery* mineral akan semakin tinggi.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi efektif *column* dalam *me-leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya, selain tujuan umum tersebut terdapat juga tujuan khusus yaitu:

1. Mempelajari pengaruh waktu *leaching* terhadap kinerja *column* dalam proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃.
2. Mempelajari pengaruh tinggi *bed spent catalyst* Co-Mo/ γ Al₂O₃ terhadap hasil *leaching*.
3. Mempelajari pengaruh diameter *spent catalyst* terhadap kinerja *column* dalam proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ Al₂O₃.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memahami mekanisme *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ dengan *column* menggunakan pelarut asam organik.
2. Dapat memahami pengaruh variasi *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ dengan *column* menggunakan pelarut asam organik.

3. Dapat mengetahui kondisi efektif *column* dalam proses *leaching spent catalyst* Co-Mo/ γ -Al₂O₃ menggunakan pelarut asam organik.