

LAPORAN PENELITIAN

“Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Kinerja Adsorbent Lithium Mangan Oksid”

Salafudin, S.T., M.Sc.



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG - 2020**

**USULAN
PENELITIAN DOSEN MADYA ITENAS
(PDMI)**



**PENGARUH KONDISI OPERASI TERHADAP KINERJA ADSORBENT
LITHIUM MANGAN OKSID**

TIM PENGUSUL :
SALAFUDIN,ST.,M.Sc. (0416087603)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
APRIL 2020**

b. Halaman Pengesahan

Judul Penelitian : Pengaruh Kondisi Operasi Terhadap Kinerja
Adsorbent Lithium Mangan Oksid
Bidang Ilmu : Teknik Kimia
Ketua Peneliti :
a. Nama Lengkap : Salafudin
b. NIP/NIK : 040904
c. NIDN : 0416087603
d. Pangkat/Golongan : Dosen Tetap
e. Jabatan Fungsional :Asisten Ahli
f. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknologi Industri
g. Pusat Penelitian : Teknik Kimia
h. Alamat Institusi : Jl PHH Mustafa 23 Bandung
i. Telpon/Faks/E-mail : 081322326381
Biaya yang diusulkan : Rp. 15.000.000,-

Bandung, 16 April 2020

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ketua Peneliti

Cap dan tanda tangan

Tanda tangan

(Maya Rahmadiani Musadi,Ph.D)
0412026704

(Salafudin)
0416087603

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknologi Industri

Cap dan tanda tangan

(Jono Suhartono,PhD.)
0406017801

DAFTAR ISI

ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Maksud dan Tujuan	5
1.2.1 Maksud	5
1.2.2 Tujuan	5
1.3 Ruang Lingkup	5
1.4 Target Luaran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sumber dan Pemanfaatan Lithium	Error! Bookmark not defined.
2.2 Teknologi Recovery Lithium	Error! Bookmark not defined.
2.3 Teknologi Adsorpsi Lithium	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODA PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Deskripsi Penelitian	10
3.2 Metoda Penelitian	11
BAB IV JADWAL PELAKSANAAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK

Recovery litium dari fluida dan lumpur yang keluar dari bumi nusantara seperti bleduk kuwu dan lumpur lapindo serta kondensat pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan Adsorbent Lithium Manganese Oxide (LMO) telah banyak diteliti dan berhasil dengan baik. Lithium manganese oxide (LMO) dipilih sebagai bahan adsorben yang menjanjikan karena sifatnya yang tidak beracun, topotaktis dan berbiaya rendah. Sifat topotaktis sangat berpengaruh terhadap performa LMO ketika dipakai secara berulang. LMO akan disintesa dengan metode hidrotermal dengan bervariasi waktu calsinasinya 24, 48, dan 72 jam. Pengaruh kondisi adsorpsi dan desorpsi terhadap performa LMO dipelajari pada penelitian ini dengan bervariasi kondisi waktu dan temperaturnya.

Kata Kunci : *Lithium, Lithium Manganese Oxide, topotaktis, adsorpsi, dan desorpsi*

BAB I. PENDAHULUAN

Saat ini, lithium adalah salah satu mineral yang saat ini memiliki permintaan tertinggi untuk industri elektronik terutama untuk produksi baterai lithium-ion. Sekitar 5,5 juta ton lithium di Amerika Serikat dan Amerika Serikat mendekati 34 juta ton di negara lain dikonsumsi [B.W.Jaskula, 2013]. Sumber lithium di alam ditemukan di air laut, air asin, mineral, dan cairan panas bumi [P.A.Bakane,2013]. Cairan yang keluar dari perut bumi dengan kandungan garam tinggi sering disebut brine, contohnya Lumpur Lapindo adalah salah satu fluida panas bumi yang mengandung lithium, sekitar 6 ppm [W.Takinawa, 2011]. Oleh karena itu, brine ini memiliki potensi yang besar sebagai sumber lithium. Salah satu metode proses pemulihan litium adalah dengan metode adsorpsi dengan adsorben anorganik. Lithium Mangan Oksida (LMO) memiliki kandidat potensial yang besar sebagai adsorben anorganik. LMO memiliki sifat stabilitas kimia yang tinggi dan toksisitas rendah [Q.Feng,1992, M.Y.Siregar, 2020]. LMO dapat disintesis dengan berbagai cara, seperti keadaan padat [X.Zhou, 2014], sol-gel [M.Michlaska,2011], dan hidrotermal [C.H.Jiang,2017]. Metode hidrotermal memiliki banyak keuntungan seperti kemurnian tinggi, homogenitas tinggi, kebutuhan energi rendah, dan proses reaksi cepat [K.Birappa,2011]. Metode hidrotermal juga dapat menghasilkan LMO dalam ukuran partikel nano [C.H.Jiang,2017]. Nanosize dari LMO memberikan keuntungan pada proses adsorpsi litium karena luas permukaan yang besar untuk adsorpsi litium [K.S..Chung,

2004]. Kesuksesan LMO dipakai untuk merecovery Lithium dari cairan dan lumpur yang bersumber di Indonesia telah dilaporkan beberapa peneliti (L. Noerachim, 2016, L. H. Lalasari, 2019, M. Rohmah, 2018). Sebuah sistem produksi skala komersial mensyaratkan adsorbent harus dapat dipakai berulang kali tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Karena itulah maka penelitian yang mempelajari pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

1.1 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

1.2.2 Tujuan

- Mengetahui kondisi optimal proses Adsorpsi
- Mengetahui kondisi optimal proses Desorpsi

1.2. Ruang Lingkup

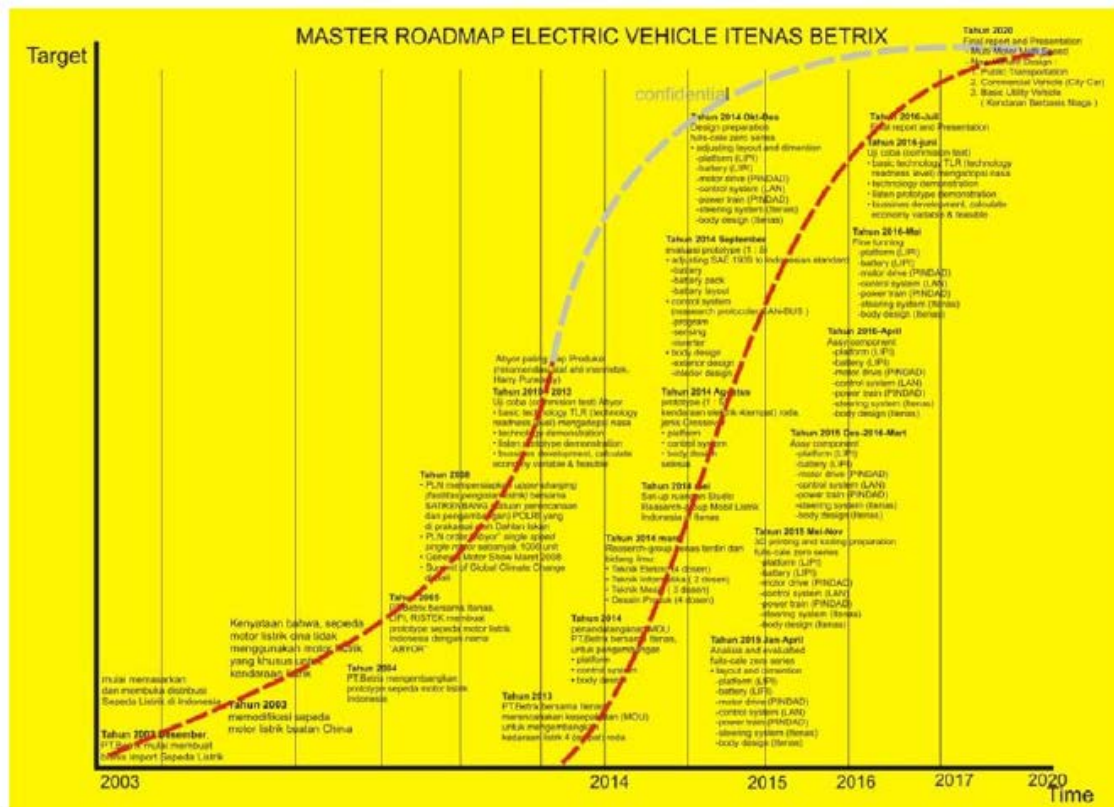
Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi :

- Penelitian dilakukan terhadap brine yang mengandung lithium
- Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
- Kondisi Optimal yang dipelajari adalah pH dan temperature operasi

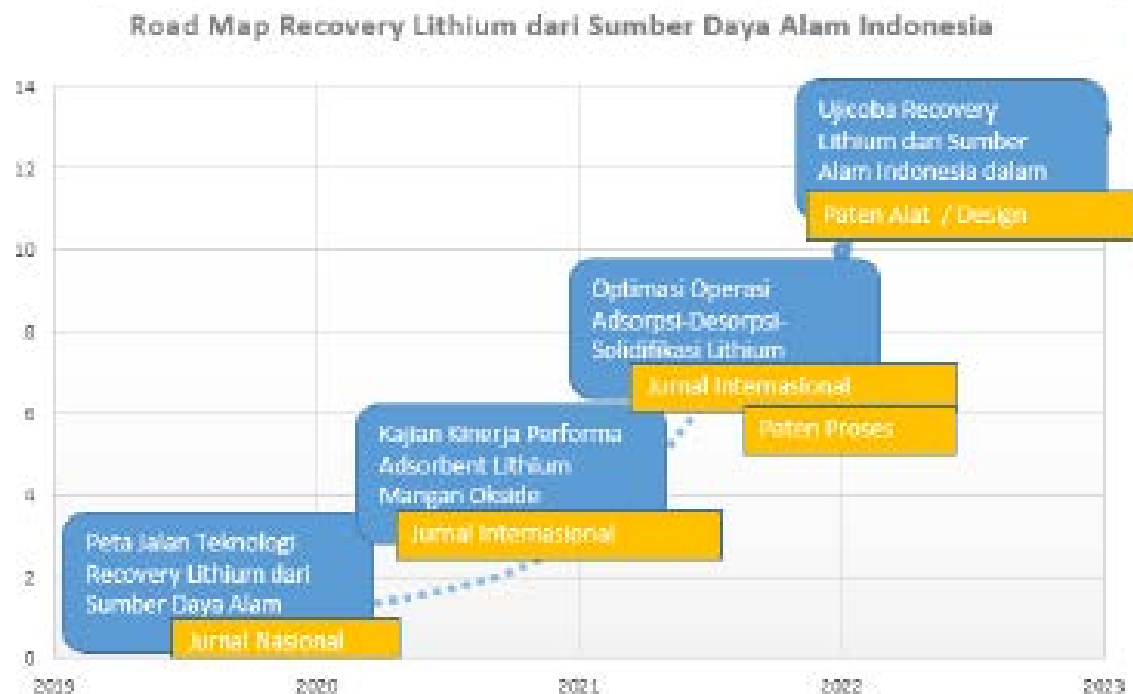
1.3 Target Luaran

Target luaran dari penelitian ini adalah publikasi pada seminar internasional atau jurnal nasional terakreditasi

1.4 Road Map Penelitian



Gambar 1. Road Map Penelitian Elektricle Vehicle Itenas

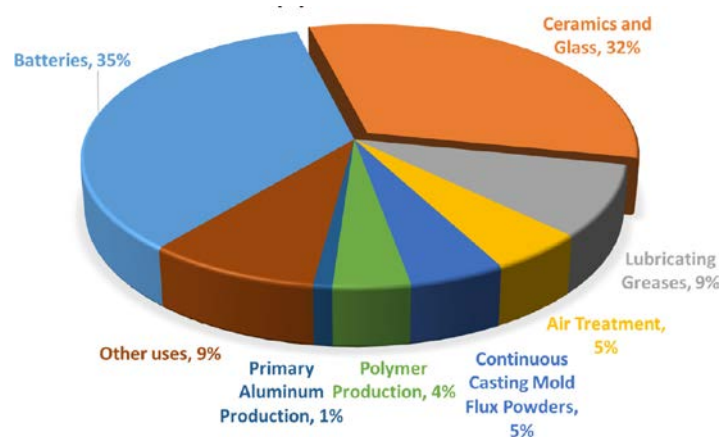


Gambar2. Road Map Penelitian Recovery Lithium

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

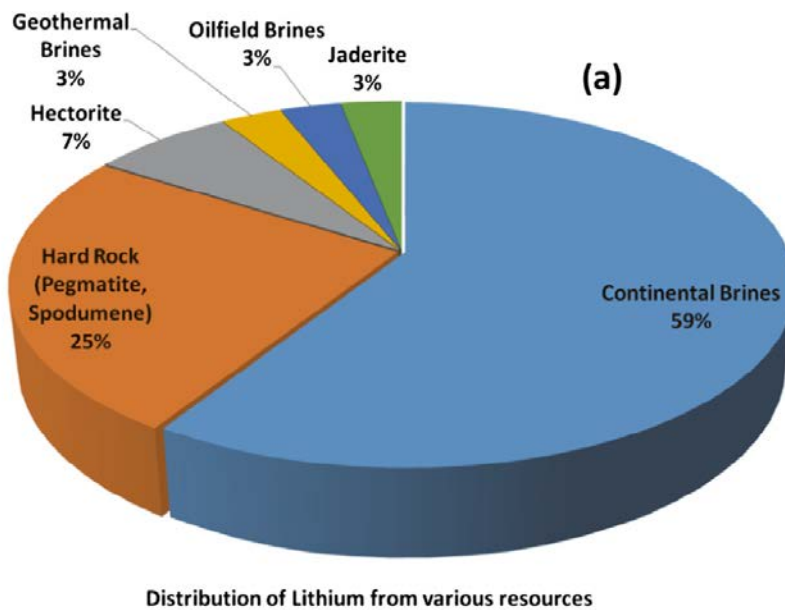
2.1 Sumber dan Pemanfaatan Lithium

Lithium merupakan salah satu rare element yang jumlahnya sedikit di bumi tetapi pemanfaatannya sangat luas. Walaupun pemanfaatan Lithium untuk baterai yang berfungsi untuk menunjang teknologi bersih dan energy terbarukan merupakan pemanfaatan yang dominan, tetapi lithium juga sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi lain sebagaimana tersaji dalam gambar dibawah ini.



Gambar 3. Pemanfaatan Lithium dalam kehidupan [B Swain, 2017]

Sampai saat ini Lithium dialam ditemui dalam bentuk batuan dan cairan. Mayoritas sumber lithium dalam bentuk cair yang berbentuk air laut maupun cairan-cairan yang keluar dari perut bumi sebagai mana termuat dalam chart dibawah ini. Walaupun Indonesia belum merupakan salah satu produsen Lithium tetapi sumber Lithium bentuk cair yang banyak ditemui di Indonesia maka sangat memungkinkan yang akan datang Indonesia menjadi produsen yang diperhitungkan di dunia. Oleh karena itu penyiapan teknologi recovery yang baik perlu dikembangkan.



Gambar 4. Sumber Lithium didunia. [Xianhui Li, 2019]

2.2 Teknologi Recovery Lithium

Telah banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk merecovery Lithium dari alam. Adsorpsi menggunakan Mangan merupakan salah satu teknolgi yang banyak dikembangkan karena ramah lingkungan dan adsorbent dapat dipakai berulang.

Tabel 1. Teknologi Recovery Lithium [B Swain, 2017]

Resources	Process	Reagent	Mechanism
End brine and Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Salar de Uyuni, Bolivia, Dead Sea brine	Precipitation		Precipitation
	Gel permeation chromatography	Polyacrymidegel, Bio-Gel P-2 and Blue Dextran 2000	Column chromatography
From other alkali metal	Reversed phase chromatography	Polytetrafluoroethylene tributyl phosphine (TBP), dibenzoylmethane (DBM) and trioctylephosphine oxide (TOPO)	Column chromatography
Seawater, hydrothermal water	Column chromatography	Titanium (IV) antimonate cation exchanger (TiSbA)	Column chromatography
Synthetic brine	Chelating resins	MC50 resin, TP207 resin, Y80-N Chemie AG	Ion exchange
Brine of natural gas wells	Inorganic ion exchanger	H ₂ TiO ₃ ion exchanger	Ion exchange
Salt Lake brine	Inorganic ion exchanger	H ₂ TiO ₃ ion exchanger	Ion exchange
Synthetic brine	Liquid-liquid extraction	n-Butanol	
Synthetic brine	Liquid-liquid extraction	2-Ethyle-1,3-hexanediol, isoamyle alcohol, di-isopropyl ether, diethyl ether	
Brine	Liquid-liquid extraction	With tributyl phosphate (TBP)	
Brine	Liquid-liquid extraction	Heptafluorodimethyloctanedione, pentafluorodimethylheptanedione, trifluorodimethylhexanedione, dibenzoylmethane, and tetramethylheptanedione	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	-Butyl-3-methylimidazolium bis[(trifluoromethyl)-sulfonyl]-imide, 1-ethyl-3-methyl-imidazolium bis[(trifluoromethyl)-sulfonyl]-imide, and 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate	
Brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Alkyl-3-methylimidazolium-based ionic liquids (ILs), in which the alkyl chain lengths were 4-butyl (C ₄), 5-pentyl (C ₅), 6-hexyl (C ₆), 7-heptyl (C ₇), 8-octyl (C ₈) or 9-nonyl (C ₉)	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Octyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate, and tributyl phosphate (TBP)	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	Bis(trifluoromethylsulfonyl) imide in TBP	
Brine	Electro-electrodialysis	Bipolar membranes	
Salt Lake brine	Membrane electrolysis	Bipolar membranes	
Dead Sea brine	Solvent impregnated membrane	Solvent-polymeric membranes (2-ethylhexyl)-diphenyl phosphate	
Brine	Desalination	Nanofiltration membrane	
Salt Lake brine	Desalination	Nanofiltration (NF90 membrane XLE membrane)	

Resources	Process	Reagent	Mechanism
Seawater	Precipitation	Na ₂ CO ₃ + HCl	Precipitation
Seawater	Ion-exchange	Titanium(IV) antimonate cation exchanger (TiSbA)	Ion-exchange
Seawater	Adsorption	λ-MnO ₂ adsorbent	Sorption
Seawater	Adsorption	Al(OH) ₃ layer	Sorption
Seawater	Adsorption	(HMnO) ion-sieve (microporous)	Sorption
Seawater	Adsorption	λ-MnO ₂	Sorption
Seawater	Adsorption	MnO ₂	Sorption
Seawater	Adsorption	HMnO	Sorption
Seawater	Adsorption	Nanostructure MnO ₂ ion-sieve	Sorption
Seawater	Adsorption	MnO ₂ adsorbent	Sorption
Seawater	Adsorption	H _{1.6} Mn _{1.6} O ₄	Sorption
Seawater	Liquid-liquid extraction	Cyclohexane and tri-octyloxyphosphine	
Seawater	Liquid-liquid extraction	Thenoyltrifluoroacetone (TTA) and TOPO	
Seawater	Membrane process	Mixed matrix nanofiber as a flow-through membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Inorganic adsorbent containing polymeric membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Inorganic adsorbent containing polymeric membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Recyclable composite nanofiber adsorbent	Adsorption
Seawater	Membrane process	Li ionic superconductor functioning as a Li separation membrane	Dialysis
Seawater	Membrane process	Ionic liquid membrane	Electrodialysis
Seawater	Membrane process	Membrane distillation and crystallization	Osmotic and
Seawater	Membrane process	Mixed matrix nanofiber as a flow-through membrane	Adsorption

2.3 Teknologi Adsorpsi

Masa sekarang berbagai besar industri tertarik dengan teknologi recovery lithium dari brine menggunakan proses pertukaran ion dan adsorpsi. Beberapa alternatif metode juga diusulkan untuk merecovery litium dari air laut setelah penguapan matahari dan

kristalisasi fraksional dari NaCl, CaSO₄, KCl. Dengan metode ini sorbets organik dan anorganik analog dengan senyawa yang digunakan untuk ekstraksi lithium. Laporan menjelaskan berbagai jenis adsorbent baik yang organik maupun anorganik telah banyak dicoba oleh banyak periset: adsorbent berbasis mangan, campuran oksida dari titanium dan besi, titanium dan kromium, titanium dan magnesium dan arsenat thorium, memiliki select tinggi sensitivitas untuk ekstraksi lithium telah disintesis [J.A. Marinsky,1995]. Dalam spektrum luas hanya dari bahan adsorbent berdasarkan oksida mangan menunjukkan efisiensi hasil untuk recovery lithium dari brine. Berasal dari Rusia, oksida campuran mangan dan mangan dan aluminium masing-masing dikenal sebagai ISM-1 dan ISMA-1, digunakan untuk recovery lithium [G.V.L.V.V. Volkhin, 1980]. Penukar ion H₂TiO₃ dalam campuran logam alkali dan ion logam alkali menghasilkan selektivitas tinggi dalam mengadsorp ion lithium dengan kapasitas tukar mencapai 25-34 mg / g.

Nishihama telah melaporkan recovery selektif lithium dari brine menggunakan dua proses pertukaran ion berturut-turut dengan k-MnO₂ adsorben (granula) dan resin dapat mencapai 56% dan kemurnian adalah 99,9% [S. Nishihama,2011]. Kesuksesan Lithium Mangan Oksida dipakai untuk merecovery Lithium dari cairan dan lumpur yang bersumber di indonesia telah dilaporkan beberapa peneliti L.Noerochim,2016,L H Lalasari,2019, M Rohmah 2018). Sebuah sistem produksi skala komersial mensyaratkan adsorbent harus dapat dipakai berulang kali tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Karena itulah maka penelitian yang mempelajari pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian terhadap kinerja adsorbent MLO dalam menyerap dan melepaskan Lithium yang terdapat didalam brine. Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

Tahapan persiapan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian

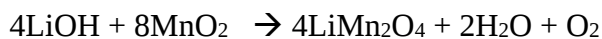
Tahapan analisis hasil penelitian

3.2 Metoda Penelitian

Sintesis Spinel Lithium Mangan Oksida

Nanopartikel Lithium mangan oksida (LiMn_2O_4) disintesis dengan metode hidrotermal dari dua prekursor, yaitu MnO_2 dan LiOH . 0,957 gr MnO_2 dan 0,132 gr LiOH dicampur dengan baik dalam 128,5 ml air sulingan. Campuran itu dikeringkan selama 30 menit dengan kecepatan tinggi dan dituangkan ke dalam autoklaf dengan volume 150 ml, lalu dilakukan pemanasan dalam oven pada suhu 200°C dan dengan variasi waktu 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

Reaksi dijelaskan di bawah ini:



Setelah proses hidrotermal, produk dicuci dengan campuran suling dan etanol beberapa kali di suhu kamar selama 15 menit dan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm. Dan kemudian dikeringkan pada suhu 70°C selama 5 jam.

Persiapan Brine

Larutan Brine disiapkan dengan pemisahan antara sedimen (padat) dan fluida (cair) dengan setrifuge untuk 20 mnt. Kandungan lithium dari larutan Lusi yang telah disiapkan diuji dengan AAS untuk menentukan konsentrasi Lithium dalam Brine.

Adsorpsi dan Desorpsi Lithium

0,1 gr sebagai persiapan LMO dituangkan ke dalam kantong membran yang ukuran 5 x 5 cm kemudian disegel oleh EVA Hot Melt Adhesive. Kantong kemudian dicelupkan ke dalam 2 lt 0,5 M HCl selama 24 jam. Proses adsorpsi menjadi Larutan brine dilakukan dengan mencelupkan kantong ke dalam 1 liter brine selama 24 jam. Selama Proses adsorpsi berlangsung, larutan brine diaduk beberapa kali. Setelah proses adsorpsi itu selesai, dilanjutkan dengan proses desorpsi dimana kantong dicelupkan ke dalam 2 lt larutan 0,5 M HCl selama 24 jam Kemudian setelah semua proses selesai, solusi Brine dan solusi HCl diuji oleh AAS untuk menentukan jumlah lithium yang diserap oleh adsorben anorganik.

Untuk menemukan efisiensi adsorpsi, lithium konten selama proses adsorpsi dibagi dengan konten lithium yang terkandung di Brine. Sama halnya metode diterapkan untuk perhitungan efisiensi desorpsi.

Konsentrasi larutan HCl divariasikan dari 0,25 M; 0,5M; 0,75M; 1 M. Percobaan adsorpsi dan desorpsi dilakukan berulang-ulang untuk mengetahui perubahan sifat topotaktis adsorbent MLO.

BAB IV. JADWAL PELAKSANAAN

Tabel 2. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	konsolidasi								
2	Studi Literatur								
3	Percobaan pendahuluan								
4	Pengumpulan data								
5	Analisa data								
6	Publikasi								
7	Laporan Akhir								

DAFTAR PUSTAKA

- B Swain, *Recovery and Recycling of Lithium: A review*, Separation and Purification Technology Journal, 172, pp.388-403, 2017
- B. W. Jaskula, *Lithium* (U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries, 2013) 94-95, 2013
- C. H. Jiang, S. X. Dou, H. K. Liu, M. Ichibara, H. S. Zhou, J. Power Sources, 172, pp 410-415 (2007).
- Daf Depkes RI, *Modul Kursus Hygiene dan Sanitasi Makanan dan Minuman*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia Ditjen PPM & PLP. Jakarta, 2010
- G.V.L.V.V. Volkhin, S.A. Onorin, N.B. Khodyashev, P.G. Kudryavtsev, T.I. Shvetsova, *Chemistry and Technology of Inorganic Sorbents*, P.P.I/publish, Perm (Russian) , 1980

- J.A. Marinsky, Y. Marcus, *Ion Exchange and Solvent Extraction: A Series of Advances*, Taylor & Francis, 1995.
- K., Byrappa and M.Yoshimura, *Noyes Publications* (Jersey, USA, 2001).
- K. S. Chung, J. C. Lee, E.J., Kim, K. C. Lee, Y. S. Kim and K. Ooi, *Mater. Sci. Forum* 449, 277-280 (2004) 020054-
- L H Lalasari, *Effect of Leaching Temperatur on Lithium recovery from Li-Montmorillonite (Bledug Kuwu's Mud)*, The 2nd Mineral Processing and Technology International Conference, 2019
- L Noerochim, *Recovery of Lithium from Geothermal Fluid at Lumpur Sidoarjo by Adsorption Method*, *J.Eng Technol.Sci*, 48 No2, pp. 200-206, 2016.
- L Noerochim, *Lithium Manganese Oxide nanoparticles synthesized by hydrothermal method as adsorbent of Lithium Recovery Process from geothermal Fluid of Lumpur Sidoarjo*, *AIP Conference Proceeding* 1725, 020054, 2016,
- M. Michlaska, L. Lipinska, M. Mirkowska, M. Aksienionek, R. Diduszko, and M. Wasiucionek, *Solid State Ionics* 188, 160-164 (2011).
- M Rohmah, *Lithium Recovery from Bledug Kuwu Mud Volcano Using Water Leaching Method*, *IEEE International Conference on Innovative Research and Development*, 2018.
- P. A. Bakane, *Proceedings of The Thirty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering* (California, 2013).
- Q. Feng, Y. Miyai, H. Kanoh, and K. Ooi, *Langmuir* 8, 1861 (1992).
- R.A. Alberty, "Physical Chemistry Volume 7th". (John Willey and Sons, 1987).
- S.H. Mohr, 2012, *Lithium Resources and Production: Critical Assessment and Global Projections*, *Minerals Journal*, 2, pp. 65-84
- S. Nishihama, K. Onishi, K. Yoshizuka, *Selective recovery process of lithium from seawater using integrated ion exchange methods*, *Solvent Extr. Ion Exch.* 29 (2011) 421–431.
- Xianhui Li, *Membrane-based Technologies for Lithium Recovery from Water Lithium resources: A review*, *Journal of Membrane Science*, 591, 2019
- X. Zhou, M. Chen, H. Bai, C. Su, L. Feng, and J. Guo, *Vacuum* 99, 49-55 (2014).
- Y. Siregar, *Investigasi Model Isothermal Adsorpsi Litium dari Brine Waterr-Bogor Menggunakan Adsorben Hydrous Mangane Oxide (HMO) dengan Variasi Dosess Adsorben dan Waktu Adsorpsi*, *Metalurgi*, 3 pp. 141-150, 2019

W. Takinawa, "Proceeding Symposium on Future Lusi," (BPLS Sidoarjo, 2011)

REKAPITULASI ANGGARAN PENELITIAN

No	Jenis pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rp)
1	Gaji dan upah	3.000.000,-
2	Bahan habis pakai dan peralatan	9.825.000,-
3	Perjalanan	1.500.000,-
4	Lain-lain (publikasi, seminar, laporan, lainnya sebutkan)	675.000,-
Jumlah		15.000.000,-

LAMPIRAN

• Lampiran 1 : Justifikasi anggaran penelitian

No	Komponen	jumlah	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Honor Peneliti			
	Honor Peneliti Utama	8	250.000	2.000.000
	Honor Data prosesing	1	500.000	500.000
	Honor Pengambilan sample	1	500.000	500.000
2	Bahan Habis Pakai			
	HCL	5	50.000	250.000

	MnO ₂	1	1.000.000	1.000.000
	LiOH	1	1.500.000	1.500.000
	Aquadest	40	5.000	200.000
	Ethanol 96%	15	45.000	675.000
	Membrane (Nilon 500 Mesh)	1	250.000	250.000
	EVA Hot Melt Adhesive	1	100.000	100.000
	Analisa Li dengan AAS	144	25.000	3.600.000
	Analisis XRD	6	250.000	1.500.000
	Analisa BET	3	250.000	750.000
3	Perjalanan			
	Perjalanan mendapat Brine	1	500.000	500.000
	Perjalanan Seminar Internasional dalam negeri/ Jurnal Nasional	1	1.000.000	1.000.000
4	Lain-lain			
	Kertas	2	37.500	75.000
	Tinta	2	50.000	100.000
	Laporan Penelitian	2	250.000	500.000
Jumlah				15.000.000

• **Lampiran 2 : Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas**

No	Nama	NIDN	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)	Uraian Tugas
1	Salafudin	04160876 03	Teknik Kimia	08	Peneliti
2					
3					

- **Lampiran 3 : Ketersediaan sarana dan prasarana penelitian**

Sarana dan prasarana di Teknik Kimia Itenas cukup lengkap untuk melakukan penelitian ini karena ada peralatan AAS yang dipakai untuk analisa konsentrasi Lithium.

- **Lampiran 4 : Biodata tim peneliti**

1) Biodata Ketua Peneliti

Nama : Salafudin., ST., MSc
Tempat Tanggal Lahir : Demak Indonesia , 16 Agustus 1976

Pendidikan : 2003 S1 Chemical Engineering, Gadjah Mada
Universiti (Indonesia)

2007 S2 Industrial Chemistry, Joint Master NUS
(Singapore) and TUM (Germany)

Riwayat Pekerjaan:

- ❖ 2004 – sekarang : Staff pengajar Jurusan Teknik Kimia ITENAS Bandung
- ❖ 2007 : (Guest Researcher) Water Quality Control Institute,
Munich, Germany
- ❖ 2010 – Present : Consultant di PT. Bumimas Eka Persada
- ❖ 2010 – Present : Co-Pembimbing Thesis di Dharma Persada University
: Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional,
Bandung Indonesia

: CV. Triple Cycle, Bandung

Alamat Institusi : Jl. PHH Mustafa 23 Bandung 40124 Indonesia

Alamat Rumah : Perum Permata Biru Blok AT34, Cileunyi, Bandung,
Indonesia

Telephone : 022-7272215 ext 141 –143 / 081322326381

Email : salafudin@itenas.ac.id/salafudin2003@yahoo.com/
salafudin2004@yahoo.com

Organisasi : METI-IRES (Indonesian Renewable Energy Society)

Indonesian Association of Bio-energy Scientist and Technologist

Asosiasi biogas Indonesia

Research and Publication:

National Publication

- ❖ Production of Absolute Ethanol by Adsorption of technical ethanol with Lime: Undergraduate thesis, 2003
- ❖ Optimize wooden briquette with additional polyethilen as binder: Imam M, Heri AR, Ronny K, Salafudin (2005); Prosiding Seminar Tjipto Utomo Volume 4 Tahun 2005 ISSN: 1693-1750 di Bandung
- ❖ The Effect of amount of solvent and circulation on Soxhlet Extration of Sandal Wood Oil : Rony K, Salafudin, Zam Faisal, Chandra T(2007); Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono ISSN: 1978-0427
- ❖ Effect of Total ammonia Nitrogen on Liquid Manure Digestion: Salafudin, 2007
- ❖ Enhance Performance Ethanol Production on Fixed bed: Roni kurniawan, Salafudin (2008)
- ❖ Preliminary investigation of two stage anaerobic digestion of solid municiple waste: Salafudin, Sidik (2008)
- ❖ The Effect of Organic Loading rate on Solid Munciple Waste of Two Stage Anaerobic Digestion: Salafudin, Riza marwan, Ruben(2009), Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Unpar
- ❖ Aplication of Fixed bed Anaerobic Digester to treat liquid waste of Traditional Tapioca Plant: Salafudin, Sirin Fairus(2009), Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Unpar
- ❖ Enhance the performance of Jatropha Curcas Anaerobic digester: Salafudin, Riza Marwan, Roy hendrawan (2010), Prosiding Seminar Nasional Energi Unpad

- ❖ Enhance the Quality of Asphalt Using HDPE Waste: I. Askuri, Salafudin,(2010)
- ❖ Using Air Filter as Mixer of Air-Biogas to make Low Budget Multi Fuel Engine: Indoenergy, 2011, Jakarta
- ❖ The Effectiveness of Converting Solid Municipal Waste to Biogas and Briquette: S. Fairus, Salafudin,(2011), Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"

International Publication:

- ❖ The Effect of Organic Loading, Husk Freshness and Types of Inoculum to The Performance *Jatropha Curcas* Linn Husk Anaerobic Digestion, Salafudin, R. Hendroko, R. Marwan, International Conference on technology for new and renewable energy 2010
- ❖ The Effect of Leaching Pretreatment to The Performance of *Jatropha Curcas* Seed Cake Anaerobic Digestion, Salafudin¹, R. Hendroko², R. Marwan³, 7th Biomass Asia Workshop, November 29 – December 01, 2010, Jakarta, Indonesia
- ❖ Preliminary Investigation to Modify Tapioca Based Plant Become Energy Self Sufficient Plant, Salafudin, R. Marwan, 7th Biomass Asia Workshop, November 29 – December 01, 2010, Jakarta, Indonesia
- ❖ Biorefinery Preliminary Studies: Integration of Slurry and CO₂ Gas as Biomethane Digester Waste For Microalgae *Scenedesmus* sp. Growth, 2011, Bandung
- ❖ Study Biorefinery Capsule Husk from *Jatropha Curca* L. Waste crude *Jatropha* Oil as Source for Biogas” WREC-Indonesia, Bali 2011
- ❖ Study Optimization of *Jatropha* Fruit Coat Hydrolysis Phase in Two Stages Anaerobic Digestion, ICE SEAM 2011, Solo

Trainer in Training:

- ❖ Waste municipal Treatment, Bandung, Indonesia, 2009, Organized by Environmental Department of National Technology Institute

- ❖ Waste Rifenery, Yogyakarta, 2009, Orgenized by Chemical Engineering of Gadjah Mada University
- ❖ Training of Trainer Application of Biogas Technology in Rural Area, Subang, Indonesiam 2011, Organized by ESDM-IBEKA
- ❖ Training Small Fiberglass Digester Pabrication, Sumedang, Indonesia, 2011, Organized by Industrial Faculty of National Technology Institute
- ❖ Water Sampling and Measurement in Environmental Analysis Training, Bandung, Indonesia 26 – 29 September 2011, Organized oleh Velvet
- ❖ Integration Digester, hydroponic and organic fertilizer to support sustainability palm farming, Desember 2012, PT. KDA, Riau
- ❖ Sludge Handling, 2013, CV. Mitraglobal, Jakarta.
- ❖ Biogas for Rural Arean,2013, NAMM, Solo

Advisor of Preliminaty Design Subject:

- ❖ Preliminary Design of Tofu Waste Treatment Plant,2008
- ❖ Prelimenary Design of Integrated Solid Municiple Waste Plant with Anerobic Digestion as Core Technology, 2009
- ❖ Prelimenary Design of Integrated Solid Municiple Waste Plant with Anerobic Digestion as Core Technology, 2010
- ❖ Preliminary Design of Tapioca Waste Treatment Plant,2011

Engineering Design and Contruction

- ❖ Design WWPT for Tapioca plant, PT. Lautan Warnasari, 2010, Lampung
- ❖ Isothermal Reactor for waste treatment, 2011, PT. Ecostar Engineering
- ❖ Integration Jatropha Digester and Drier, 2011, PT. D1
- ❖ Pressure swing biodigester, PT. Bumimas Eka Persada, 2012
- ❖ Design Garden Biodigester, PT. Pratama 2012
- ❖ Design Thickener, PT. Dimensi, 2013
- ❖ Design WWPT for Tapioca plant, US-AID Grant, 2013
- ❖ Preliminary Design Gasification for 1MW Electricity, ESDM 2013

Pengampu/mengajar

Kinetika dan katalisis (2007-2009)

Teknik Reaksi Kimia (2007-2009)
Teknologi Limbah (2013-2014)
Fisika Teknik Kimia Kimia (2012-2015)
Kewirausahaan (2017- Sekarang)
Keselamatan Proses (2016- Sekarang)
Energi Terbarukan (2016 – Sekarang)

**LAPORAN ANTARA
PENELITIAN DOSEN MADYA ITENAS
(PDMI)**



**PENGARUH KONDISI OPERASI TERHADAP KINERJA ADSORBENT
LITHIUM MANGAN OKSID**

TIM PENGUSUL :
SALAFUDIN,ST.,M.Sc. (0416087603)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
APRIL 2020**

b. Halaman Pengesahan

Judul Penelitian : Pengaruh Kondisi Operasi Terhadap Kinerja
Adsorbent Lithium Mangan Oksid
Bidang Ilmu : Teknik Kimia
Ketua Peneliti :
a. Nama Lengkap : Salafudin
b. NIP/NIK : 040904
c. NIDN : 0416087603
d. Pangkat/Golongan : Dosen Tetap
e. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
f. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknologi Industri
g. Pusat Penelitian : Teknik Kimia
h. Alamat Institusi : Jl PHH Mustafa 23 Bandung
i. Telpon/Faks/E-mail : 081322326381
Biaya yang diusulkan : Rp. 15.000.000,-

Bandung, 16 April 2020

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ketua Peneliti

Cap dan tanda tangan

Tanda tangan

(Maya Rahmadiani Musadi, Ph.D)
0412026704

(Salafudin)
0416087603

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknologi Industri

Cap dan tanda tangan

(Jono Suhartono, Ph.D.)
0406017801

DAFTAR ISI

ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Maksud dan Tujuan	5
1.2.1 Maksud	5
1.2.2 Tujuan	5
1.3 Ruang Lingkup	5
1.4 Target Luaran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sumber dan Pemanfaatan Lithium	Error! Bookmark not defined.
2.2 Teknologi Recovery Lithium	Error! Bookmark not defined.
2.3 Teknologi Adsorpsi Lithium	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODA PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Deskripsi Penelitian	10
3.2 Metoda Penelitian	11
BAB IV JADWAL PELAKSANAAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK

Recovery litium dari fluida dan lumpur yang keluar dari bumi nusantara seperti bleduk kuwu dan lumpur lapindo serta kondensat pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan Adsorbent Lithium Manganese Oxide (LMO) telah banyak diteliti dan berhasil dengan baik. Lithium manganese oxide (LMO) dipilih sebagai bahan adsorben yang menjanjikan karena sifatnya yang tidak beracun, topotaktis dan berbiaya rendah. Sifat topotaktis sangat berpengaruh terhadap performa LMO ketika dipakai secara berulang. LMO akan disintesa dengan metode hidrotermal dengan bervariasi waktu calsinasinya 24, 48, dan 72 jam. Pengaruh kondisi adsorpsi dan desorpsi terhadap performa LMO dipelajari pada penelitian ini dengan bervariasi kondisi waktu dan temperaturnya.

Kata Kunci : *Lithium, Lithium Manganese Oxide, topotaktis, adsorpsi, dan desorpsi*

BAB I. PENDAHULUAN

Saat ini, lithium adalah salah satu mineral yang saat ini memiliki permintaan tertinggi untuk industri elektronik terutama untuk produksi baterai lithium-ion. Sekitar 5,5 juta ton lithium di Amerika Serikat dan Amerika Serikat mendekati 34 juta ton di negara lain dikonsumsi [B.W.Jaskula, 2013]. Sumber lithium di alam ditemukan di air laut, air asin, mineral, dan cairan panas bumi [P.A.Bakane,2013]. Cairan yang keluar dari perut bumi dengan kandungan garam tinggi sering disebut brine, contohnya Lumpur Lapindo adalah salah satu fluida panas bumi yang mengandung lithium, sekitar 6 ppm [W.Takinawa, 2011]. Oleh karena itu, brine ini memiliki potensi yang besar sebagai sumber lithium. Salah satu metode proses pemulihan litium adalah dengan metode adsorpsi dengan adsorben anorganik. Lithium Mangan Oksida (LMO) memiliki kandidat potensial yang besar sebagai adsorben anorganik. LMO memiliki sifat stabilitas kimia yang tinggi dan toksisitas rendah [Q.Feng,1992, M.Y.Siregar, 2020]. LMO dapat disintesis dengan berbagai cara, seperti keadaan padat [X.Zhou, 2014], sol-gel [M.Michlaska,2011], dan hidrotermal [C.H.Jiang,2017]. Metode hidrotermal memiliki banyak keuntungan seperti kemurnian tinggi, homogenitas tinggi, kebutuhan energi rendah, dan proses reaksi cepat [K.Birappa,2011]. Metode hidrotermal juga dapat menghasilkan LMO dalam ukuran partikel nano [C.H.Jiang,2017]. Nanosize dari LMO memberikan keuntungan pada proses adsorpsi litium karena luas permukaan yang besar untuk adsorpsi litium [K.S..Chung,

2004]. Kesuksesan LMO dipakai untuk merecovery Lithium dari cairan dan lumpur yang bersumber di Indonesia telah dilaporkan beberapa peneliti (L. Noerachim, 2016, L. H. Lalasari, 2019, M. Rohmah, 2018). Sebuah sistem produksi skala komersial mensyaratkan adsorbent harus dapat dipakai berulang kali tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Karena itulah maka penelitian yang mempelajari pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

1.1 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

1.2.2 Tujuan

- Mengetahui kondisi optimal proses Adsorpsi
- Mengetahui kondisi optimal proses Desorpsi

1.2. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi :

- Penelitian dilakukan terhadap brine yang mengandung lithium
- Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
- Kondisi Optimal yang dipelajari adalah pH dan temperature operasi

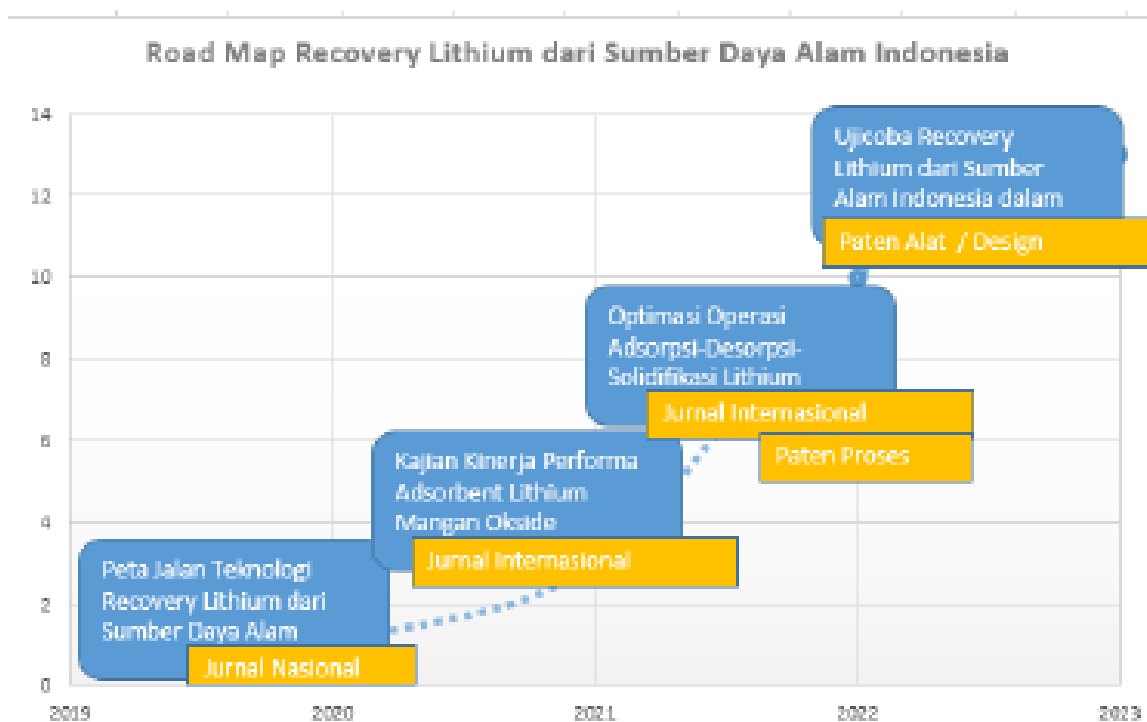
1.3 Target Luaran

Target luaran dari penelitian ini adalah publikasi pada seminar internasional atau jurnal nasional terakreditasi

No.	Semester	Tema	Target Luaran
1	Semester pertama	Review Jurnal	Jurnal Nasional Terakreditasi
2	Semester ketiga	Optimasi Proses Produksi Adsorbent	Seminar Internasional Dalam Negeri
3	Semester keempat	Optimasi Proses Adsorpsi	Jurnal Internasional

4	Semester keLima	Optimasi Proses Desopsi	Seminar Internasional Dalam Negeri
5	Semester keenam	Optimasi proses Solidifikasi/kristalisasi	Jurnal Internasional
6	Semester ketujuh	Integrasi proses produksi Lithium dari Lusi	Patent (Paten Proses)

1.4 Road Map Penelitian



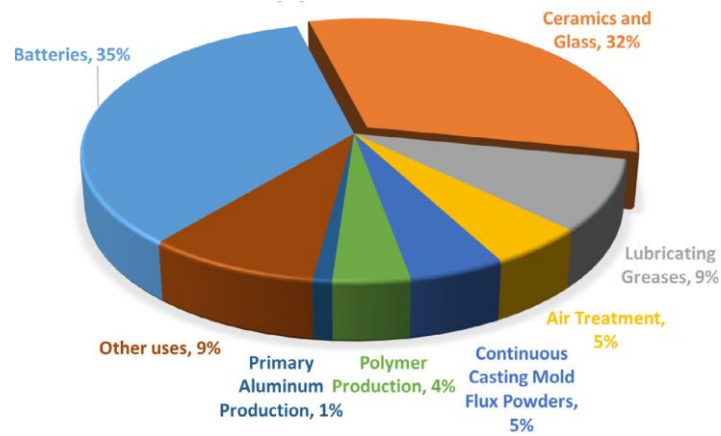
Gambar1. Road Map Penelitian Recovery Lithium

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber dan Pemanfaatan Lithium

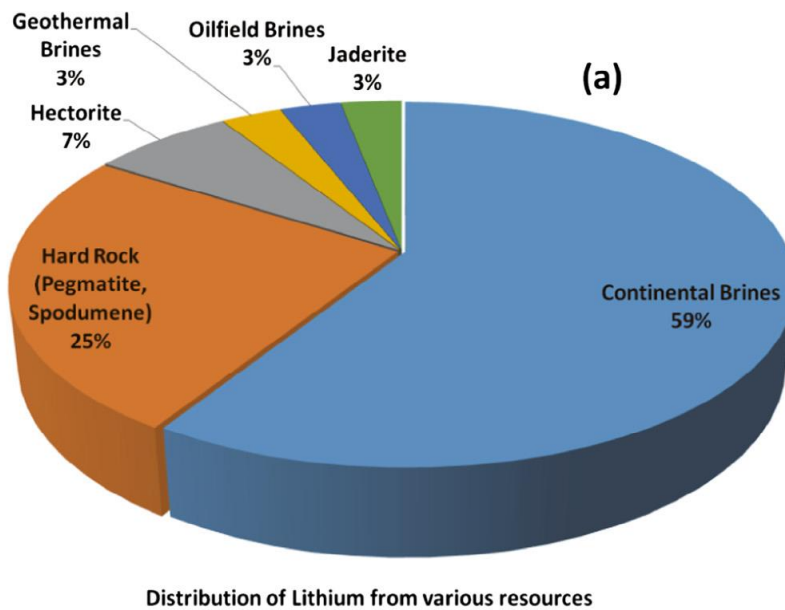
Lithium merupakan salah satu rare element yang jumlahnya sedikit di bumi tetapi pemanfaatannya sangat luas. Walaupun pemanfaatan Lithium untuk baterai yang berfungsi

untuk menunjang teknologi bersih dan energy terbarukan merupakan pemanfaatan yang dominan, tetapi lithium juga sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi lain sebagaimana tersaji dalam gambar dibawah ini.



Gambar 3. Pemanfaatan Lithium dalam kehidupan [B Swain, 2017]

Sampai saat ini Lithium dialam ditemui dalam bentuk batuan dan cairan. Mayoritas sumber lithium dalam bentuk cair yang berbentuk air laut maupun cairan-cairan yang keluar dari perut bumi sebagai mana termuat dalam chart dibawah ini. Walaupun Indonesia belum merupakan salah satu produsen Lithium tetapi sumber Lithium bentuk cair yang banyak ditemui di Indonesia maka sangat memungkinkan yang akan datang Indonesia menjadi produsen yang diperhitungkan di dunia. Oleh karena itu penyiapan teknologi recovery yang baik perlu dikembangkan.



Gambar 4. Sumber Lithium didunia. [Xianhui Li, 2019]

2.2 Teknologi Recovery Lithium

Telah banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk merecovery Lithium dari alam. Adsorpsi menggunakan Mangan merupakan salah satu teknolgi yang banyak dikembangkan karena ramah lingkungan dan adsorbent dapat dipakai berulang.

Tabel 1. Teknologi Recovery Lithium [B Swain, 2017]

Resources	Process	Reagent	Mechanism
End brine and Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Salar de Uyuni, Bolivia, Dead Sea brine	Precipitation		Precipitation
	Gel permeation chromatography	Polyacrymidegel, Bio-Gel P-2 and Blue Dextran 2000	Column chromatography
From other alkali metal	Reversed phase chromatography	Polytetrafluoroethylene tributyl phosphine (TBP), dibenzoylmethane (DBM) and trioctylephosphine oxide (TOPO)	Column chromatography
Seawater, hydrothermal water	Column chromatography	Titanium (IV) antimonate cation exchanger (TiSbA)	Column chromatography
Synthetic brine	Chelating resins	MC50 resin, TP207 resin, Y80-N Chemie AG	Ion exchange
Brine of natural gas wells	Inorganic ion exchanger	H ₂ TiO ₃ ion exchanger	Ion exchange
Salt Lake brine	Inorganic ion exchanger	H ₂ TiO ₃ ion exchanger	Ion exchange
Synthetic brine	Liquid-liquid extraction	n-Butanol	
Synthetic brine	Liquid-liquid extraction	2-Ethyle-1,3-hexanediol, isoamyle alcohol, di-isopropyl ether, diethyl ether	
Brine	Liquid-liquid extraction	With tributyl phosphate (TBP)	
Brine	Liquid-liquid extraction	Heptafluorodimethyloctanedione, pentafluorodimethylheptanedione, trifluorodimethylhexanedione, dibenzoylmethane, and tetramethylheptanedione	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	-Butyl-3-methylimidazolium bis[(trifluoromethyl)-sulfonyl]-imide, 1-ethyl-3-methyl-imidazolium bis[(trifluoromethyl)-sulfonyl]-imide, and 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate	
Brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Alkyl-3-methylimidazolium-based ionic liquids (ILs), in which the alkyl chain lengths were 4-butyl (C ₄), 5-pentyl (C ₅), 6-hexyl (C ₆), 7-heptyl (C ₇), 8-octyl (C ₈) or 9-nonyl (C ₉)	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Octyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate, and tributyl phosphate (TBP)	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	Bis(trifluoromethylsulfonyl) imide in TBP	
Brine	Electro-electrodialysis	Bipolar membranes	
Salt Lake brine	Membrane electrolysis	Bipolar membranes	
Dead Sea brine	Solvent impregnated membrane	Solvent-polymeric membranes (2-ethylhexyl)-diphenyl phosphate	
Brine	Desalination	Nanofiltration membrane	
Salt Lake brine	Desalination	Nanofiltration (NF90 membrane XLE membrane)	

Resources	Process	Reagent	Mechanism
Seawater	Precipitation	Na ₂ CO ₃ + HCl	Precipitation
Seawater	Ion-exchange	Titanium(IV) antimonate cation exchanger (TiSbA)	Ion-exchange
Seawater	Adsorption	λ-MnO ₂ adsorbent	Sorption
Seawater	Adsorption	Al(OH) ₃ layer	Sorption
Seawater	Adsorption	(HMnO) ion-sieve (microporous)	Sorption
Seawater	Adsorption	λ-MnO ₂	Sorption
Seawater	Adsorption	MnO ₂	Sorption
Seawater	Adsorption	HMnO	Sorption
Seawater	Adsorption	Nanostructure MnO ₂ ion-sieve	Sorption
Seawater	Adsorption	MnO ₂ adsorbent	Sorption
Seawater	Adsorption	H _{1.6} Mn _{1.6} O ₄	Sorption
Seawater	Liquid-liquid extraction	Cyclohexane and tri-octyloxyphosphine	
Seawater	Liquid-liquid extraction	Thenoyltrifluoroacetone (TTA) and TOPO	
Seawater	Membrane process	Mixed matrix nanofiber as a flow-through membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Inorganic adsorbent containing polymeric membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Inorganic adsorbent containing polymeric membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Recyclable composite nanofiber adsorbent	Adsorption
Seawater	Membrane process	Li ionic superconductor functioning as a Li separation membrane	Dialysis
Seawater	Membrane process	Ionic liquid membrane	Electrodialysis
Seawater	Membrane process	Membrane distillation and crystallization	Osmotic and
Seawater	Membrane process	Mixed matrix nanofiber as a flow-through membrane	Adsorption

2.3 Teknologi Adsorpsi

Masa sekarang berbagai besar industri tertarik dengan teknologi recovery lithium dari brine menggunakan proses pertukaran ion dan adsorpsi. Beberapa alternatif metode juga diusulkan untuk merecovery litium dari air laut setelah penguapan matahari dan

kristalisasi fraksional dari NaCl, CaSO₄, KCl. Dengan metode ini sorbets organik dan anorganik analog dengan senyawa yang digunakan untuk ekstraksi lithium. Laporan menjelaskan berbagai jenis adsorbent baik yang organik maupun anorganik telah banyak dicoba oleh banyak periset: adsorbent berbasis mangan, campuran oksida dari titanium dan besi, titanium dan kromium, titanium dan magnesium dan arsenat thorium, memiliki select tinggi sensitivitas untuk ekstraksi lithium telah disintesis [J.A. Marinsky,1995]. Dalam spektrum luas hanya dari bahan adsorbent berdasarkan oksida mangan menunjukkan efisiensi hasil untuk recovery lithium dari brine. Berasal dari Rusia, oksida campuran mangan dan mangan dan aluminium masing-masing dikenal sebagai ISM-1 dan ISMA-1, digunakan untuk recovery lithium [G.V.L.V.V. Volkhin, 1980]. Penukar ion H₂TiO₃ dalam campuran logam alkali dan ion logam alkali menghasilkan selektivitas tinggi dalam mengadsorp ion lithium dengan kapasitas tukar mencapai 25-34 mg / g.

Nishihama telah melaporkan recovery selektif lithium dari brine menggunakan dua proses pertukaran ion berturut-turut dengan k-MnO₂ adsorben (granula) dan resin dapat mencapai 56% dan kemurnian adalah 99,9% [S. Nishihama,2011]. Kesuksesan Lithium Mangan Oksida dipakai untuk merecovery Lithium dari cairan dan lumpur yang bersumber di indonesia telah dilaporkan beberapa peneliti L.Noerochim,2016,L H Lalasari,2019, M Rohmah 2018). Sebuah sistem produksi skala komersial mensyaratkan adsorbent harus dapat dipakai berulang kali tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Karena itulah maka penelitian yang mempelajari pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian terhadap kinerja adsorbent MLO dalam menyerap dan melepaskan Lithium yang terdapat didalam brine. Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

Tahapan persiapan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian

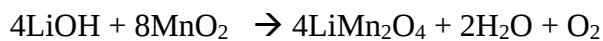
Tahapan analisis hasil penelitian

3.2 Metoda Penelitian

Sintesis Spinel Lithium Mangan Oksida

Nanopartikel Lithium mangan oksida (LiMn_2O_4) disintesis dengan metode hidrotermal dari dua prekursor, yaitu MnO_2 dan LiOH . 0,957 gr MnO_2 dan 0,132 gr LiOH dicampur dengan baik dalam 128,5 ml air sulingan. Campuran itu dikeringkan selama 30 menit dengan kecepatan tinggi dan dituangkan ke dalam autoklaf dengan volume 150 ml, lalu dilakukan pemanasan dalam oven pada suhu 200°C dan dengan variasi waktu 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

Reaksi dijelaskan di bawah ini:



Setelah proses hidrotermal, produk dicuci dengan campuran suling dan etanol beberapa kali di suhu kamar selama 15 menit dan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm. Dan kemudian dikeringkan pada suhu 70°C selama 5 jam.

Persiapan Brine

Larutan Brine disiapkan dengan pemisahan antara sedimen (padat) dan fluida (cair) dengan setrifuge untuk 20 mnt. Kandungan lithium dari larutan Lusi yang telah disiapkan diuji dengan AAS untuk menentukan konsentrasi Lithium dalam Brine.

Adsorpsi dan Desorpsi Lithium

0,1 gr sebagai persiapan LMO dituangkan ke dalam kantong membran yang ukuran 5 x 5 cm kemudian disegel oleh EVA Hot Melt Adhesive. Kantong kemudian dicelupkan ke dalam 2 lt 0,5 M HCl selama 24 jam. Proses adsorpsi menjadi Larutan brine dilakukan dengan mencelupkan kantong ke dalam 1 liter brine selama 24 jam. Selama Proses adsorpsi berlangsung, larutan brine diaduk beberapa kali. Setelah proses adsorpsi itu selesai, dilanjutkan dengan proses desorpsi dimana kantong dicelupkan ke dalam 2 lt larutan 0,5 M HCl selama 24 jam Kemudian setelah semua proses selesai, solusi Brine dan solusi HCl diuji oleh AAS untuk menentukan jumlah lithium yang diserap oleh adsorben anorganik.

Untuk menemukan efisiensi adsorpsi, lithium konten selama proses adsorpsi dibagi dengan konten lithium yang terkandung di Brine. Sama halnya metode diterapkan untuk perhitungan efisiensi desorpsi.

Konsentrasi larutan HCl divariasikan dari 0,25 M; 0,5M; 0,75M; 1 M. Percobaan adsorpsi dan desorpsi dilakukan berulang-ulang untuk mengetahui perubahan sifat topotaktis adsorbent MLO.

BAB IV. JADWAL PELAKSANAAN

Tabel 2. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	konsolidasi								
2	Studi Literatur								
3	Pembuatan Alat								
	Pengambilan Sample								
3	Percobaan pendahuluan								
4	Pengumpulan data								
5	Analisa data								
	Penulisan Reviews Jurnal								
6	Publikasi								
7	Laporan Akhir								

BAB IV. PROGRESS REPORT

1. Study Literatur

Studi Literatur sedang dijalankan hasil studi literatur sedang disusun sebagai publikasi yang berdasarkan data-data yang ada. Data-data yang ada mempunyai kemungkinan ditulis dalam dua topic publikasi yang berbeda yaitu:

- Potensi Produksi Lithium di Indonesia
- Telaah Teknologi Recovery Lithium yang cocok dikembangkan di Indonesia berdasarkan jenis Deposit/ sumber Lithium di Indonesia.

Semoga salah satu dari tema tersebut sudah selesai dibuat dan disubmit diakhir penelitian tahun ini.

2. Pembuatan Alat

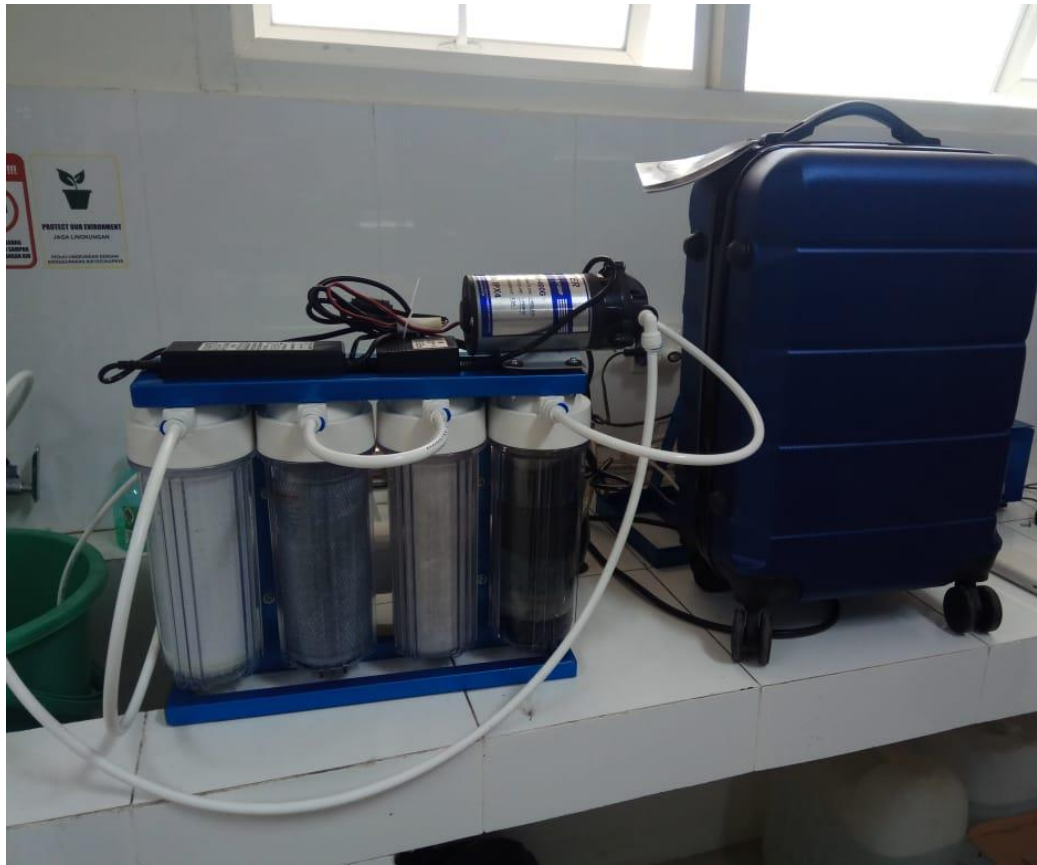
Peralatan-peralatan yang dibutuhkan untuk penelitian ini dan tidak tersedia di Itenas. Telah selesai dibuat yaitu Pemanas Muffle, portable filter, dan Kolom Adsorber.

- Pemanas Muffle dipakai untuk pembuatan Adsorbent yang memerlukan suhu tinggi. Muffle di Jurusan Teknik Kimia rusak sehingga diputuskan membuat sendiri. Muffle sudah selesai dibuat.



Gambar 5. Muffle, Tempat Sintesa Adsorbent

- Portable filter dipakai untuk pretreatment Sample dilapangan. Sehingga diperlukan Filter portable yang bisa di bawa ke lapangan dan dioperasikan memakai Listrik AC / DC



Gambar 6. Portable Filter

- Kolom Adsorber

Percobaan ini memerlukan Adsorber yang dioperasikan secara Isotermal sehingga diperlukan pembuatan Adsorber yang dilengkapi dengan pemanas / Pendingin. Adsorber ini berbentuk pipa Anulus.



Gambar 7. Adsorber

3. Pengambilan Sample ke Sidoharjo

Pengambilan sample rencananya dilakukan sesegera mungkin setelah kontrak penelitian dimulai, tetapi kondisi pandemic Covid 19 yang belum mereda membuat sampai sekarang belum bisa ke lokasi karena Sidoharjo status daerah merah mengarah ke hitam dan peneliti sekarang masih aktif harus sering ke kampus untuk membantu beberapa aktifitas Program studi. Sehingga kalau survei ke Sidoharjo setelahnya harus isolasi mandiri tidak bisa ke kampus.

Survey pengambilan Sample di lokasi sempuran lumpur Sidoharjo, rencana dilakukan pada Bulan karena mulai tanggal 14 September 2020, Status peneliti sebagai tugas belajar lanjut sehingga tidak harus melakukan aktifitas dikampus Iteas lagi sehingga apabila harus isolasi mandiri setelah dari Sidoharjo tidak mengganggu kinerja program study.

DAFTAR PUSTAKA

- B Swain, *Recovery and Recycling of Lithium: A review*, Separation and Purification Technology Journal, 172, pp.388-403, 2017
- B. W. Jaskula, *Lithium* (U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries, 2013) 94-95, 2013
- C. H. Jiang, S. X. Dou, H. K. Liu, M. Ichibara, H. S. Zhou, J. Power Sources, 172, pp 410-415 (2007).
- Daf Depkes RI, *Modul Kursus Hygiene dan Sanitasi Makanan dan Minuman*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia Ditjen PPM & PLP. Jakarta, 2010
- G.V.L.V.V. Volkhin, S.A. Onorin, N.B. Khodyashev, P.G. Kudryavtsev, T.I. Shvetsova, *Chemistry and Technology of Inorganic Sorbents*, P.P.I/publish, Perm (Russian) , 1980
- J.A. Marinsky, Y. Marcus, *Ion Exchange and Solvent Extraction: A Series of Advances*, Taylor & Francis, 1995.
- K., Byrappa and M.Yoshimura, *Noyes Publications* (Jersey, USA, 2001).
- K. S. Chung, J. C. Lee, E.J., Kim, K. C. Lee, Y. S. Kim and K. Ooi, Mater. Sci. Forum 449, 277-280 (2004) 020054-

- L H Lalasari, *Effect of Leaching Temperatur on Lithium recovery from Li-Montmorillonite (Bledug Kuwu's Mud)*, The 2nd Mineral Processing and Technology International Conference, 2019
- L Noerochim, *Recovery of Lithium from Geothermal Fluid at Lumpur Sidoarjo by Adsorption Method*, J.Eng Technol.Sci, 48 No2, pp. 200-206, 2016.
- L Noerochim, *Lithium Manganese Oxide nanoparticles synthesized by hydrothermal method as adsorbent of Lithium Recovery Process from geothermal Fluid of Lumpur Sidoarjo*, AIP Conference Proceeding 1725, 020054, 2016,
- M. Michlaska, L. Lipinska, M. Mirkowska, M. Aksienionek, R. Diduszko, and M. Wasiucionek, *Solid State Ionics* 188, 160-164 (2011).
- M Rohmah, *Lithium Recovery from Bledug Kuwu Mud Volcano Using Water Leaching Method*, IEEE International Conference on Innovative Research and Development, , 2018.
- P. A. Bakane, *Proceedings of The Thirty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering (California, 2013)*.
- Q. Feng, Y. Miyai, H. Kanoh, and K. Ooi, *Langmuir* 8, 1861 (1992).
- R.A. Alberty, "Physical Chemistry Volume 7th". (John Willey and Sons, 1987).
- S.H. Mohr, 2012, *Lithium Resources and Production: Critical Assessment and Global Projections*, *Minerals Journal*, 2, pp. 65-84
- S. Nishihama, K. Onishi, K. Yoshizuka, *Selective recovery process of lithium from seawater using integrated ion exchange methods*, *Solvent Extr. Ion Exch.* 29 (2011) 421–431.
- Xianhui Li, *Membrane-based Tecnologies for Lithium Recovery from Water Lithium resources: A review*, *Journal of Membrane Science*, 591, 2019
- X. Zhou, M. Chen, H. Bai, C. Su, L. Feng, and J. Guo, *Vacuum* 99, 49-55 (2014).
- Y. Siregar, *Investigasi Model Isothermal Adsorpsi Litium dari Brine Waterr-Bogor Menggunakan Adsorben Hydrous Mangane Oxide (HMO) dengan Variasi Dosess Adsorben dan Waktu Adsorpsi*, *Metalurgi*, 3 pp. 141-150, 2019
- W. Takinawa, "Proceeding Symposium on Future Lusi," (BPLS Sidoarjo, 2011)

REKAPITULASI ANGGARAN PEMBELANJAAN

No	Jenis pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rp)
1	Peralatan Muffle	5.000.000,-
2	Peralatan Filter	6.000.000,-
Jumlah		11.000.000,-

LAMPIRAN NOTA- NOTA

KUITANSI	KUITANSI	
	Nomor : 22/E/INV/TC/VIII/2020	
	Sudah terima dari	: Institut Teknologi Nasional Bandung
	Banyaknya uang	: Sebelas Juta Rupiah
	Untuk pembayaran	: Pembuatan Muffle dan Portable Filter
	Harga Muffle : Rp 5.000.000,00 Harga Filter : Rp 6.000.000,00 Total Harga : Rp 11.000.000,00	Bandung, 24 Agustus 2020 Penerima,  6000 ENAM RIBU RUPIAH Saiafudin
	Terbilang Rp.	11.000.000,-

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN MADYA ITENAS
(PDMI)**



**PENGARUH KONDISI OPERASI TERHADAP KINERJA ADSORBENT
LITHIUM MANGAN OKSID**

TIM PENGUSUL :
SALAFUDIN,ST.,M.Sc. (0416087603)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
APRIL 2020**

b. Halaman Pengesahan

Judul Penelitian : Pengaruh Kondisi Operasi Terhadap Kinerja
Adsorbent Lithium Mangan Oksid
Bidang Ilmu : Teknik Kimia
Ketua Peneliti :
a. Nama Lengkap : Salafudin
b. NIP/NIK : 040904
c. NIDN : 0416087603
d. Pangkat/Golongan : Dosen Tetap
e. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
f. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknologi Industri
g. Pusat Penelitian : Teknik Kimia
h. Alamat Institusi : Jl PHH Mustafa 23 Bandung
i. Telpon/Faks/E-mail : 081322326381
Biaya yang diusulkan : Rp. 15.000.000,-

Bandung, 7 Desember 2020

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Kimia

Cap dan tanda tangan

(Ronny Kurniawan)
0412026704

Ketua Peneliti



(Salafudin)
0416087603

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknologi Industri

Cap dan tanda tangan

(Jono Suhartono, PhD.)
0406017801

DAFTAR ISI

ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Maksud dan Tujuan	5
1.2.1 Maksud	5
1.2.2 Tujuan	5
1.3 Ruang Lingkup	5
1.4 Target Luaran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sumber dan Pemanfaatan Lithium	Error! Bookmark not defined.
2.2 Teknologi Recovery Lithium	Error! Bookmark not defined.
2.3 Teknologi Adsorpsi Lithium	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODA PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Deskripsi Penelitian	10
3.2 Metoda Penelitian	11
BAB IV JADWAL PELAKSANAAN	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK

Lithium adalah salah satu mineral yang mempunyai permintaan yang paling tinggi dalam Revolusi Industri Keempat. Indonesia yang kekayaan alam nikelnya besar, ingin menjadi negara penghasil baterai. Oleh karena itu, diperlukan investigasi sumber bahan baku utama lainnya dalam produksi baterai. Sumber daya bahan baku utama baterai adalah Lithium. Penyelidikan litium sebagai sumber bahan baku di Indonesia telah dilakukan melalui tinjauan pustaka. Sumber daya alam litium ditemukan di air laut, Brine, mineral, dan tanah liat. Endapan yang mengandung Mineral Lithium terdapat di beberapa tempat di Indonesia dalam jumlah dan konsentrasi yang kecil. Sebagai negara yang dilalui cincin api, Indonesia memiliki banyak mata air panas dan Brine yang mengandung Lithium. Tanah liat yang mengandung litium ditemukan dalam bentuk slurry (brine dan lumpur tanah liat), seperti pada lumpur Bleduk Kuwu dan lumpur Sidoharjo. Bittern sebagai limbah industri garam memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber Lithium di Indonesia

Kata Kunci : *Lithium, Sumber Air Panas, Brine, Clay, Bittern*

BAB I. PENDAHULUAN

Saat ini, lithium adalah salah satu mineral yang saat ini memiliki permintaan tertinggi untuk industri elektronik terutama untuk produksi baterai lithium-ion. Sekitar 5,5 juta ton lithium di Amerika Serikat dan Amerika Serikat mendekati 34 juta ton di negara lain dikonsumsi [B.W.Jaskula, 2013]. Sumber lithium di alam ditemukan di air laut, air asin, mineral, dan cairan panas bumi [P.A.Bakane,2013]. Cairan yang keluar dari perut bumi dengan kandungan garam tinggi sering disebut brine, contohnya Lumpur Lapindo adalah salah satu fluida panas bumi yang mengandung lithium, sekitar 6 ppm [W.Takinawa, 2011]. Oleh karena itu, brine ini memiliki potensi yang besar sebagai sumber lithium. Salah satu metode proses pemulihan litium adalah dengan metode adsorpsi dengan adsorben anorganik. Lithium Mangan Oksida (LMO) memiliki kandidat potensial yang besar sebagai adsorben anorganik. LMO memiliki sifat stabilitas kimia yang tinggi dan toksisitas rendah [Q.Feng,1992, M.Y.Siregar, 2020]. LMO dapat disintesis dengan berbagai cara, seperti keadaan padat [X.Zhou, 2014], sol-gel [M.Michlaska,2011], dan hidrotermal [C.H.Jiang,2017]. Metode hidrotermal memiliki banyak keuntungan seperti kemurnian tinggi, homogenitas tinggi, kebutuhan energi rendah, dan proses reaksi cepat

[K.Birappa,2011]. Metode hidrotermal juga dapat menghasilkan LMO dalam ukuran partikel nano [C.H.Jiang,2017]. Nanosize dari LMO memberikan keuntungan pada proses adsorpsi litium karena luas permukaan yang besar untuk adsorpsi litium [K.S..Chung, 2004]. Kesuksesan LMO dipakai untuk merecovery Lithium dari cairan dan lumpur yang bersumber di indonesia telah dilaporkan beberapa peneliti L.Noerochim,2016,L H Lalasari,2019, M Rohmah 2018). Sebuah sistem produksi skala komersial mensyaratkan adsorbent harus dapat dipakai berulang kali tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Karena itulah maka penelitian yang mempelajari pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

1.1 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

1.2.2 Tujuan

- Mengetahui kondisi optimal proses Adsorpsi
- Mengetahui kondisi optimal proses Desorpsi

1.2. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi :

- Penelitian dilakukan terhadap brine yang mengandung lithium
- Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
- Kondisi Optimal yang dipelajari adalah pH dan temperature operasi

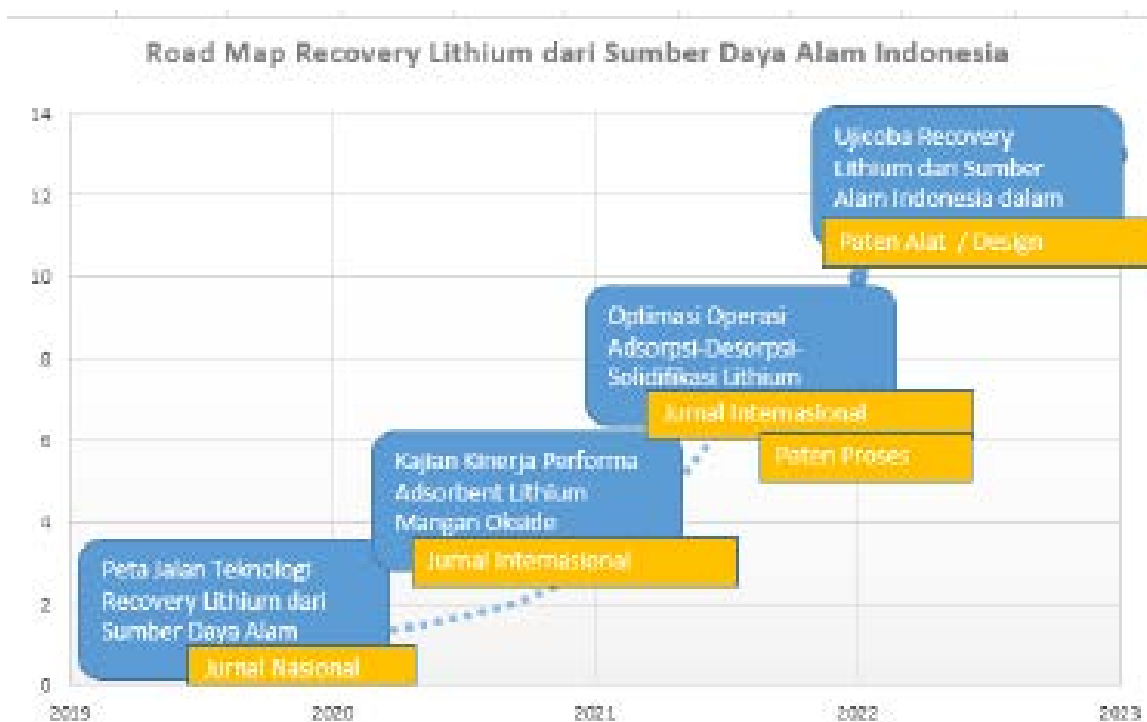
1.3 Target Luaran

Target luaran dari penelitian ini adalah publikasi pada seminar internasional atau jurnal nasional terakreditasi

No.	Semester	Tema	Target Luaran
1	Semester pertama	Review Jurnal	Jurnal Nasional Terakreditasi
2	Semester ketiga	Optimasi Proses Produksi Adsorbent	Seminar Internasional Dalam Negeri

3	Semester keempat	Optimasi Proses Adsorpsi	Jurnal Internasional
4	Semester keLima	Optimasi Proses Desorpsi	Seminar Internasional Dalam Negeri
5	Semester keenam	Optimasi proses Solidifikasi/kristalisasi	Jurnal Internasional
6	Semester ketujuh	Integrasi proses produksi Lithium dari Lusi	Patent (Paten Proses)

1.4 Road Map Penelitian

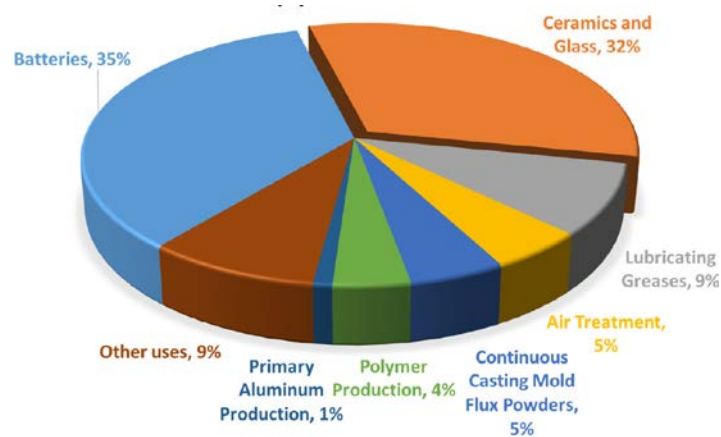


Gambar1. Road Map Penelitian Recovery Lithium

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

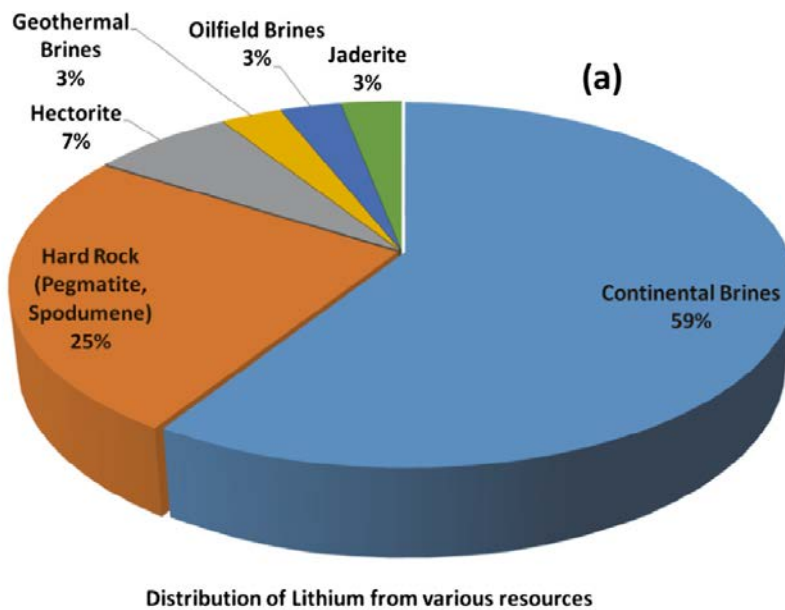
2.1 Sumber dan Pemanfaatan Lithium

Lithium merupakan salah satu rare element yang jumlahnya sedikit di bumi tetapi pemanfaatannya sangat luas. Walaupun pemanfaatan Lithium untuk baterai yang berfungsi untuk menunjang teknologi bersih dan energy terbarukan merupakan pemanfaatan yang dominan, tetapi lithium juga sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi lain sebagaimana tersaji dalam gambar dibawah ini.



Gambar 3. Pemanfaatan Lithium dalam kehidupan [B Swain, 2017]

Sampai saat ini Lithium dialam ditemui dalam bentuk batuan dan cairan. Mayoritas sumber lithium dalam bentuk cair yang berbentuk air laut maupun cairan-cairan yang keluar dari perut bumi sebagai mana termuat dalam chart dibawah ini. Walaupun Indonesia belum merupakan salah satu produsen Lithium tetapi sumber Lithium bentuk cair yang banyak ditemui di Indonesia maka sangat memungkinkan yang akan datang Indonesia menjadi produsen yang diperhitungkan di dunia. Oleh karena itu penyiapan teknologi recovery yang baik perlu dikembangkan.



Gambar 4. Sumber Lithium didunia. [Xianhui Li, 2019]

2.2 Teknologi Recovery Lithium

Telah banyak teknologi yang telah dikembangkan untuk merecovery Lithium dari alam. Adsorpsi menggunakan Mangan merupakan salah satu teknolgi yang banyak dikembangkan karena ramah lingkungan dan adsorbent dapat dipakai berulang.

Tabel 1. Teknologi Recovery Lithium [B Swain, 2017]

Resources	Process	Reagent	Mechanism
End brine and Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Dead Sea brine	Precipitation	Lithium aluminate	Precipitation
Salar de Uyuni, Bolivia, Dead Sea brine	Precipitation		Precipitation
	Gel permeation chromatography	Polyacrymidegel, Bio-Gel P-2 and Blue Dextran 2000	Column chromatography
From other alkali metal	Reversed phase chromatography	Polytetrafluoroethylene tributyl phosphine (TBP), dibenzoylmethane (DBM) and trioctylephosphine oxide (TOPO)	Column chromatography
Seawater, hydrothermal water	Column chromatography	Titanium (IV) antimonate cation exchanger (TiSbA)	Column chromatography
Synthetic brine	Chelating resins	MC50 resin, TP207 resin, Y80-N Chemie AG	Ion exchange
Brine of natural gas wells	Inorganic ion exchanger	H ₂ TiO ₃ ion exchanger	Ion exchange
Salt Lake brine	Inorganic ion exchanger	H ₂ TiO ₃ ion exchanger	Ion exchange
Synthetic brine	Liquid-liquid extraction	n-Butanol	
Synthetic brine	Liquid-liquid extraction	2-Ethyle-1,3-hexanediol, isoamyle alcohol, di-isopropyl ether, diethyl ether	
Brine	Liquid-liquid extraction	With tributyl phosphate (TBP)	
Brine	Liquid-liquid extraction	Heptafluorodimethyloctanedione, pentafluorodimethylheptanedione, trifluorodimethylhexanedione, dibenzoylmethane, and tetramethylheptanedione	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Butyl-3-methylimidazolium bis[(trifluoromethyl)-sulfonyl]-imide, 1-ethyl-3-methylimidazolium bis[(trifluoromethyl)-sulfonyl]-imide, and 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate	
Brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Alkyl-3-methylimidazolium-based ionic liquids (ILs), in which the alkyl chain lengths were 4-butyl (C ₄), 5-pentyl (C ₅), 6-hexyl (C ₆), 7-heptyl (C ₇), 8-octyl (C ₈) or 9-nonyl (C ₉)	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	1-Octyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate, and tributyl phosphate (TBP)	
Salt Lake brine	Ionic liquid liquid-liquid extraction	Bis(trifluoromethylsulfonyl) imide in TBP	
Brine	Electro-electrodialysis	Bipolar membranes	
Salt Lake brine	Membrane electrolysis	Bipolar membranes	
Dead Sea brine	Solvent impregnated membrane	Solvent-polymeric membranes (2-ethylhexyl)-diphenyl phosphate	
Brine	Desalination	Nanofiltration membrane	
Salt Lake brine	Desalination	Nanofiltration (NF90 membrane XLE membrane)	

Resources	Process	Reagent	Mechanism
Seawater	Precipitation	Na ₂ CO ₃ + HCl	Precipitation
Seawater	Ion-exchange	Titanium(IV) antimonate cation exchanger (TiSbA)	Ion-exchange
Seawater	Adsorption	λ-MnO ₂ adsorbent	Sorption
Seawater	Adsorption	Al(OH) ₃ layer	Sorption
Seawater	Adsorption	(HMnO) ion-sieve (microporous)	Sorption
Seawater	Adsorption	λ-MnO ₂	Sorption
Seawater	Adsorption	MnO ₂	Sorption
Seawater	Adsorption	HMnO	Sorption
Seawater	Adsorption	Nanostructure MnO ₂ ion-sieve	Sorption
Seawater	Adsorption	MnO ₂ adsorbent	Sorption
Seawater	Adsorption	H _{1.6} Mn _{1.6} O ₄	Sorption
Seawater	Liquid-liquid extraction	Cyclohexane and tri-octyloxyphosphine	
Seawater	Liquid-liquid extraction	Thenoyltrifluoroacetone (TTA) and TOPO	
Seawater	Membrane process	Mixed matrix nanofiber as a flow-through membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Inorganic adsorbent containing polymeric membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Inorganic adsorbent containing polymeric membrane	Adsorption
Seawater	Membrane process	Recyclable composite nanofiber adsorbent	Adsorption
Seawater	Membrane process	Li ionic superconductor functioning as a Li separation membrane	Dialysis
Seawater	Membrane process	Ionic liquid membrane	Electrodialysis
Seawater	Membrane process	Membrane distillation and crystallization	Osmotic and
Seawater	Membrane process	Mixed matrix nanofiber as a flow-through membrane	Adsorption

2.3 Teknologi Adsorpsi

Masa sekarang berbagai besar industri tertarik dengan teknologi recovery lithium dari brine menggunakan proses pertukaran ion dan adsorpsi. Beberapa alternatif metode juga diusulkan untuk merecovery litium dari air laut setelah penguapan matahari dan

kristalisasi fraksional dari NaCl, CaSO₄, KCl. Dengan metode ini sorbets organik dan anorganik analog dengan senyawa yang digunakan untuk ekstraksi lithium. Laporan menjelaskan berbagai jenis adsorbent baik yang organik maupun anorganik telah banyak dicoba oleh banyak periset: adsorbent berbasis mangan, campuran oksida dari titanium dan besi, titanium dan kromium, titanium dan magnesium dan arsenat thorium, memiliki select tinggi sensitivitas untuk ekstraksi lithium telah disintesis [J.A. Marinsky,1995]. Dalam spektrum luas hanya dari bahan adsorbent berdasarkan oksida mangan menunjukkan efisiensi hasil untuk recovery lithium dari brine. Berasal dari Rusia, oksida campuran mangan dan mangan dan aluminium masing-masing dikenal sebagai ISM-1 dan ISMA-1, digunakan untuk recovery lithium [G.V.L.V.V. Volkhin, 1980]. Penukar ion H₂TiO₃ dalam campuran logam alkali dan ion logam alkali menghasilkan selektivitas tinggi dalam mengadsorp ion lithium dengan kapasitas tukar mencapai 25-34 mg / g.

Nishihama telah melaporkan recovery selektif lithium dari brine menggunakan dua proses pertukaran ion berturut-turut dengan k-MnO₂ adsorben (granula) dan resin dapat mencapai 56% dan kemurnian adalah 99,9% [S. Nishihama,2011]. Kesuksesan Lithium Mangan Oksida dipakai untuk merecovery Lithium dari cairan dan lumpur yang bersumber di indonesia telah dilaporkan beberapa peneliti L.Noerochim,2016,L H Lalasari,2019, M Rohmah 2018). Sebuah sistem produksi skala komersial mensyaratkan adsorbent harus dapat dipakai berulang kali tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Karena itulah maka penelitian yang mempelajari pengaruh performa LMO terhadap kondisi adsorpsi dan desorpsi yang berulang ini perlu dilakukan.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian terhadap kinerja adsorbent MLO dalam menyerap dan melepaskan Lithium yang terdapat didalam brine. Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

Tahapan persiapan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian

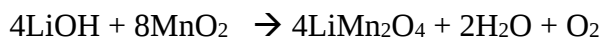
Tahapan analisis hasil penelitian

3.2 Metoda Penelitian

Sintesis Spinel Lithium Mangan Oksida

Nanopartikel Lithium mangan oksida (LiMn_2O_4) disintesis dengan metode hidrotermal dari dua prekursor, yaitu MnO_2 dan LiOH . 0,957 gr MnO_2 dan 0,132 gr LiOH dicampur dengan baik dalam 128,5 ml air sulingan. Campuran itu dikeringkan selama 30 menit dengan kecepatan tinggi dan dituangkan ke dalam autoklaf dengan volume 150 ml, lalu dilakukan pemanasan dalam oven pada suhu 200°C dan dengan variasi waktu 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

Reaksi dijelaskan di bawah ini:



Setelah proses hidrotermal, produk dicuci dengan campuran suling dan etanol beberapa kali di suhu kamar selama 15 menit dan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm. Dan kemudian dikeringkan pada suhu 70°C selama 5 jam.

Persiapan Brine

Larutan Brine disiapkan dengan pemisahan antara sedimen (padat) dan fluida (cair) dengan setrifuge untuk 20 mnt. Kandungan lithium dari larutan Lusi yang telah disiapkan diuji dengan AAS untuk menentukan konsentrasi Lithium dalam Brine.

Adsorpsi dan Desorpsi Lithium

0,1 gr sebagai persiapan LMO dituangkan ke dalam kantong membran yang ukuran 5 x 5 cm kemudian disegel oleh EVA Hot Melt Adhesive. Kantong kemudian dicelupkan ke dalam 2 lt 0,5 M HCl selama 24 jam. Proses adsorpsi menjadi Larutan brine dilakukan dengan mencelupkan kantong ke dalam 1 liter brine selama 24 jam. Selama Proses adsorpsi berlangsung, larutan brine diaduk beberapa kali. Setelah proses adsorpsi itu selesai, dilanjutkan dengan proses desorpsi dimana kantong dicelupkan ke dalam 2 lt larutan 0,5 M HCl selama 24 jam Kemudian setelah semua proses selesai, solusi Brine dan solusi HCl diuji oleh AAS untuk menentukan jumlah lithium yang diserap oleh adsorben anorganik.

Untuk menemukan efisiensi adsorpsi, lithium konten selama proses adsorpsi dibagi dengan konten lithium yang terkandung di Brine. Sama halnya metode diterapkan untuk perhitungan efisiensi desorpsi.

Konsentrasi larutan HCl divariasikan dari 0,25 M; 0,5M; 0,75M; 1 M. Percobaan adsorpsi dan desorpsi dilakukan berulang-ulang untuk mengetahui perubahan sifat topotaktis adsorbent MLO.

BAB IV. JADWAL PELAKSANAAN

Tabel 2. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	konsolidasi								
2	Studi Literatur								
3	Pembuatan Alat								
	Pengambilan Sample								
3	Percobaan pendahuluan								
4	Pengumpulan data								
5	Analisa data								
	Penulisan Reviews Jurnal								
6	Publikasi								
7	Laporan Akhir								

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Study Sumber Daya Alam Lithium di Indonesia

4.1 Sumber Daya Alam Lithium dalam Bentuk Batuan Mineral

Batuan mineral yang mengandung Lithium ditemukan dalam bentuk graphite, tanah laterit-saprolit, dan α -spodumen. Batuan ini ditemukan di beberapa tempat mulai dari Sulawesi selatan [5], Sulawesi tengah [6], Kalimantan [8], dan Jawa tengah [7]. Lithium dalam konsentrasi yang tinggi sampai dengan 5% dan layak ditambang ditemukan di Mekongga, Samaturu, Kolaka, Sulawesi selatan dengan luas areal 11 Ha dan kedalaman sampai 13 meter. Sumber Batuan mineral lain mengandung konsentrasi

lithium kecil dengan volume deposit yang tidak diketahui. Pengambilan Lithium dari batuan mineral melalui serangkaian proses mulai dari pengayaan yang melibatkan sejumlah unit pemisahan secara fisik dilanjutkan dengan proses pirometalurgi dan atau hydrometalurgi.

Tabel 3. Deposit Mineral Lithium di Indonesia

No.	Mineral	Areal Deposit	Li Konsentrasi	Kapasitas	Pustaka
1.	Graphite	Mekongga, Samaturu, Kolaka, Sulawesi Selatan	5%	11 Ha, 13m Thickness	[5]
2.	tanah laterit dan saprolit	masama dan pagimana, Banggai, sulawesi tengah	3-38 ppm	Thickness 5m	[6]
3.	α -spodumen	Kebumen, Jawa Tengah	3,14 ppm		[7]
4.	α spodume (LiAlSi ₂ O ₆)	Kalimantan	3,09 ppm		[8]

4.2 Sumber Daya Alam Lithium dalam Bentuk Clay

Salah satu sumber deposit Lithium berbentuk clay yang ada di Indonesia adalah Lumpur Sidoharjo (LuSi) atau lumpur Lapindo [9] [10]. Lumpur Sidoharjo merupakan menurut Klasifikasi sumber Lithium oleh J. Speir adalah Brine dan Clay karena baik air maupun padatan lumpur Sidoharjo mengandung Lithium. Volume luapan lumpur Sidoharjo mencapai 180.000 m³/hari dan diperkirakan akan berlangsung selama ratusan tahun [11]. Sedangkan Kandungan Lithium Cairan lumpur Sidoharjo mengandung Lithium 5,81 – 15,985 ppm [12] [13]. Kandungan Lithium didalam padatan lumpur Sidoharjo belum ada yang meneliti.

Sumber Deposit Lithium lain dalam bentuk Clay ditemui di Bledug kuwu. Baik Lusi maupun Bledug kuwu tergolong mud volcano. Lithium yang berada dalam cairan dan padatan Clay (montmorillonite) saling berinteraksi adsorpsi desorpsi sehingga konsentrasi keduanya selalu berubah tergantung dengan banyaknya air dan temperatur. Sehingga Beberapa peneliti menghasilkan konsentrasi yang berbeda ketika penelitian

dijalankan pada waktu yang berbeda. Rohmah dan Lalasari menyatakan bahwa konsentrasi Lithiumnya sampai 41 ppm dan terjadi proses desorpsi oleh air pada temperatur 25- 45 [14],[15]. Sumarno dan Sulistiyono menyampaikan bahwa cairan brine bleduk kuwu mengandung Lithium 138,64 ppm sedangkan padatan lumpurnya konsentrasi Lithiumnya sampai 400 ppm [16],[17]. Fenomena adsorpsi desorpsi Lithium ini membuat kandungan deposit Lithium berbentuk Clay bersifat dinamis sehingga dalam penentuan besarnya diperlukan studi mendalam tentang kinetika kesetimbangan Lithium dalam kedua fase sebagai fungsi temperatur.

Tabel 4. Deposit Lithium dalam Bentuk Clay di Indonesia

No .	Jenis Deposit	Areal Deposit	Li Konsentrasi (ppm)		Literature
			Brine	Clay	
1	Clay-Brine	Lumpur Sidoharjo (LUSI)	5,81 – 15,985		[12][13]
2	Clay-Brine	Bledug kuwu, grobogan, jawa tengah	138,64	400	[16],[17]

4.3 Sumber Daya Alam Lithium dalam Bentuk Brine

Sumber Lithium dalam Bentuk Brine di Indonesia ditemukan dalam bentuk Bittern atau Larutan Induk penggaraman, Sumber air panas (hot spring Water), dan Brine cairan kondensat pembangkit listrik tenaga panas bumi. Karena Indonesia dilalui oleh Ring of Fire maka banyak ditemui hot spring yang mengandung Lithium mulai dari 0,025-17,27 ppm. Tidak semua sumber lithium ini diketahui debitnya sehingga tidak bisa dilakukan perhitungan kapasitas depositnya secara keseluruhan. Air kondensat pembangkit listrik geothermal PLTP Dieng mengandung Lithium sangat tinggi 77,31-99,4 ppm. Data ini mengindikasikan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap air kondensat PLTP sejenis diseluruh Indonesia. Brine yang berbentuk danau air asin dengan konsentrasi garam yang sangat tinggi tidak ditemukan di Indonesia tetapi Brine dalam bentuk Bittern yang belum dimanfaatkan ditemui pada setiap industri garam di Indonesia. Konsentrasi Lithium dalam Bittern ini sangat bervariasi dilapangan tergantung dari metode produsen garam dapur menghasilkan produknya. Data deposit Lithium selengkapnya dalam bentuk Brine disajikan di Table 5.

Teknologi recovery lithium dalam bentuk brine yang berkembang sekarang adalah selektif adsorbent, Elektro dialysis dan membrane. Melihat karakteristik sumber Brine di Indonesia yang kapasitasnya tidak besar dan tersebar maka teknologi yang paling tepat dikembangkan dan diaplikasikan di Indonesia adalah selektif adsorbent. Selektif Adsorbent Lithium Mangan Okside (LMO) dapat menyerap Lithium dalam konsentrasi rendah dibawah 1 ppm seperti pada air laut dan beberapa hot spring water sampai seratusan ppm pada brine.

Tabel 5. Deposit Lithium dalam Bentuk *Brine* di Indonesia

No.	Jenis Deposit	Areal	Li Konsentrasi (PPM)	Debit (Liter/detik)
1	Bittern	All Indonesi	1100	0,232865
2	hot spring water	kawah Domas	0,67	
3	hot spring water	Ciater	2,18	50,00
4	hot spring water	Batugede 5	0,44	0,1 -1,5
5	hot spring water	Batugede7	4	0,1 -1,5
6	hot spring water	Batukapur1	5	3,00
7	hot spring water	Batukapur2	2,55	3,00
8	hot spring water	Ciracas1	3,44	1,00
9	hot spring water	Ciracas2	8,8	1,00
10	hot spring water	Maribaya1	1,73	5,00
11	hot spring water	Maribaya2	0,025	5,00
12	hot spring water	Kancah1	0,94	10,00
13	hot spring water	Kancah2	1,55	10,00
14	hot spring water	Cimanggu1	0,16	1,00
15	hot spring water	Cimanggu3	0,31	1,00

16	hot spring water	Ciseeng,Bogor	17,2717	
17	hot spring water	Tangkuban Perahu	0.3 - 8.8	
18	hot spring water	Tasin,Lawu, jawa tengah	12,5	
19	hot spring water	Karambia,Sumani, Sumatera	10,1	
20	hot spring water	Lawi,Sumani, Sumatera	10,1	
21	hot spring water	Lakuak,Sumani, Sumatera	6,2	
22	hot spring water	Kanandede,Limbong	7,9	
23	hot spring water	Kanandede VI,Limbong	8	
24	hot spring water	Komba,Limbong	6,7	
25	hot spring water	Bala I,Bituang	10,4	
26	hot spring water	Bala II,Bituang	7,9	
27	hot spring water	Pohuato2,Boalemo	11,84	
28	hot spring water	Pohuato1,Boalemo	10,99	
29	hot spring water	Kageroa,Poso	4,12	
30	hot spring water	Lengkeka,Poso	3,93	
31	hot spring water	Ohon Batu,Seram	5,67	
32	hot spring water	Dieng	0,01,088	
33	Brine from Silencer PLTP	PLTP Dieng	77,31-99,4	0,126972
34	Mata Air Panas	Cibingbin	5.8	
35	hot spring water	Cilayu	< 0.4	
36	hot spring water	Cipacing	0.4 - 1.6	
37	hot spring water	Tanggeung- Cibungur	< 1.0	
38	hot spring water	Malang-Wadas Lintang	< 0.3	

39	hot spring water	Mengkuasar	< 3.2	
40	hot spring water	Kandangan	< 0.01	
41	hot spring water	Sungai Batuq,	0.1	
42	hot spring water	Sape, Nanga Dua	< 0.1	
43	hot spring water	Kadidia	1,37	
44	hot spring water	Napu	0.7	
45	hot spring water	Toare	< 4.2	
46	hot spring water	Parara-Pincara	0.5	
47	hot spring water	Limbong	0.4 - 8.3	
48	hot spring water	Maranda	0.2 - 3.7	
49	hot spring water	Ransiki	0.6	
50	hot spring water	Bituang	7.0 - 11	
51	hot spring water	Tambu	5,9	
52	hot spring water	Dolok Marawa	0.5 - 0.9	
53	hot spring water			
54	hot spring water	Lainea	< 0.75	
55	hot spring water	Pohuwato	10-Dec	
56	hot spring water	Tulehu	May-13	
57	hot spring water	Dieng	32 - 68	
58	hot spring water	Kamojang	< 0.8	
59	hot spring water	Darajat	1,4	
60	hot spring water	Salak	12,4	
61	hot spring water	Wayang Windu	33	
62	hot spring water	Tampomas	< 1.3	
63	hot spring water	Tampomas	21,3	

64	hot spring water	Gunung Ciremai	< 0.4	
65	hot spring water	Cidanau, Banten	< 1.6	
66	hot spring water	Malingping	< 0.3	
67	hot spring water	Subang	< 7.0	
68	hot spring water	Subang	18.3	
69	hot spring water	Lawu	5	
70	hot spring water	Hululais	0.5 - 5.4	
71	hot spring water	Gunung Kaca	2.0 - 2.4	
72	hot spring water	Permis	0.5	
73	hot spring water	Rajabasa	1.3 - 7.5	
74	hot spring water	Rajabasa	< 0.15	
75	hot spring water	Kepahiang	< 0.8	
76	hot spring water	Geureudong	25.3	
77	hot spring water	Talang	< 1	
78	hot spring water	Ulubelu	1.2 - 2.3	
79	hot spring water	Sibualbuali	0.5 - 0.7	
80	hot spring water	Donotasik	4.4 - 7.4	
81	hot spring water	Namora-I-Langit	4.2	
82	hot spring water	Silangkitang	6.3 - 6.5	
83	hot spring water	Lahendong	2.3	
84	hot spring water	Mataloko	< 0.04	
85	hot spring water	Songa-Wayaua	0.13 - 8.60	

4.4 Kapasitas Sumber Daya Alam Lithium Indonesia

Kapasitas Sumber daya lithium Indonesia di hitung berdasarkan sumber daya yang telah diketahui konsentrasi dan Debit atau besarnya. Berdasarkan perhitungan yang disajikan pada Tabel 6. kapasitas lithium yang bisa dihasilkan oleh Indonesia adalah 14.105 ton per tahun. Sumber daya Lithium yang besar sudah cukup besar bila dibandingkan dengan jadangan Lithium USA yang 38.000 ton karena kapasitas Sumber daya alam Indonesia disajikan dalam satuan pertahun. Berdasarkan data ini maka dimasa yang akan datang terdapat kemungkinan Indonesia menjadi penghasil Lithium yang diperhitungkan bila dapat mengoptimalkan sumber daya lithium yang tersedia di bumi Nusantara dalam bentuk Brine, Clay dan air laut.

Tabel 6. Kapasitas Deposit Lithium Indonesia

No	Jenis Deposit	Areal	Li Konsentrasi (PPM)	Debit (Liter/detik)	Capasitas Li (tons/tahun)
1	Bittern	All Indonesi	1100	0,232865	7967
2	hot spring water	Ciater	2,18	50,00	3390
3	hot spring water	Kancah2	1,55	10,00	482
4	hot spring water	Batukapur1	5	3,00	467
5	Brine from Silencer PLTP	PLTP Dieng	99,4	0,126972	393
6	hot spring water	Kancah1	0,94	10,00	292
7	hot spring water	Maribaya1	1,73	5,00	269
8	hot spring water	Ciracas2	8,8	1,00	274

9	hot spring water	Batukapur2	2,55	3,00	238
10	hot spring water	Batugede7	4	1,50	187
11	hot spring water	Ciracas1	3,44	1,00	107
12	hot spring water	Batugede 5	0,44	1,50	21
13	hot spring water	Cimanggu3	0,31	1,00	10
14	hot spring water	Cimanggu1	0,16	1,00	5
15	hot spring water	Maribaya2	0,025	5,00	4
Kapasitas Li Total (Tons/tahun)					14105

4.5 Kesimpulan Sumber Daya Alam Lithium Indonesia

Deposit litium di Indonesia kecil hanya cukup untuk kebutuhan domestic. Brine merupakan deposit potensial lithium, teknologi berbasis adsorpsi selektif merupakan teknologi paling menjanjikan untuk recovery lithium di Indonesia. Penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan adsorben LMO yang membutuhkan selektivitas, kapasitas dan daya tahan yang tinggi.

2. Pembuatan Alat

Peralatan-peralatan yang dibutuhkan untuk penelitian ini dan tidak tersedia di Itenas. Telah selesai dibuat yaitu Pemanas Muffle, portable filter, dan Kolom Adsorber.

- Pemanas Muffle dipakai untuk pembuatan Adsorbent yang memerlukan suhu tinggi. Muffle di Jurusan Teknik Kimia rusak sehingga diputuskan membuat sendiri. Muffle sudah selesai dibuat.



Gambar 5. Muffle, Tempat Sintesa Adsorbent

- Portable filter dipakai untuk pretreatment Sample dilapangan. Sehingga diperlukan Filter portable yang bisa di bawa ke lapangan dan dioperasikan memakai Listrik AC / DC



Gambar 6. Portable Filter

- Kolom Adsorber

Percobaan ini memerlukan Adsorber yang dioperasikan secara Isotermal sehingga diperlukan pembuatan Adsorber yang dilengkapi dengan pemanas / Pendingin. Adsorber ini berbentuk pipa Anulus.



Gambar 7. Adsorber

3. Pengambilan Sample ke Sidoharjo

Pengambilan sample rencananya dilakukan sesegera mungkin setelah kontrak penelitian dimulai, tetapi kondisi pandemic Covid 19 yang belum mereda membuat sampai sekarang belum bisa ke lokasi karena Sidoharjo status daerah merah mengarah ke hitam dan peneliti sekarang masih aktif harus sering ke kampus untuk membantu beberapa aktifitas Program studi. Sehingga kalau survei ke Sidoharjo setelahnya harus isolasi mandiri tidak bisa ke kampus.

Survey pengambilan Sample di lokasi sempuran lumpur Sidoharjo, percobaan basah sudah mulai dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- B Swain, *Recovery and Recycling of Lithium: A review*, Separation and Purification Technology Journal, 172, pp.388-403, 2017
- B. W. Jaskula, *Lithium* (U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries, 2013) 94-95, 2013
- C. H. Jiang, S. X. Dou, H. K. Liu, M. Ichibara, H. S. Zhou, J. Power Sources, 172, pp 410-415 (2007).
- Daf Depkes RI, *Modul Kursus Hygiene dan Sanitasi Makanan dan Minuman*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia Ditjen PPM & PLP. Jakarta, 2010
- G.V.L.V.V. Volkhin, S.A. Onorin, N.B. Khodyashev, P.G. Kudryavtsev, T.I. Shvetsova, *Chemistry and Technology of Inorganic Sorbents*, P.P.I/publish, Perm (Russian) , 1980
- J.A. Marinsky, Y. Marcus, *Ion Exchange and Solvent Extraction: A Series of Advances*, Taylor & Francis, 1995.
- K., Byrappa and M.Yoshimura, *Noyes Publications* (Jersey, USA, 2001).
- K. S. Chung, J. C. Lee, E.J., Kim, K. C. Lee, Y. S. Kim and K. Ooi, Mater. Sci. Forum 449, 277-280 (2004) 020054-
- L H Lalasari, *Effect of Leaching Temperatur on Lithium recovery from Li-Montmorillonite (Bledug Kuwu's Mud)*, The 2nd Mineral Processing and Technology International Conference, 2019
- L Noerochim, *Recovery of Lithium from Geothermal Fluid at Lumpur Sidoarjo by Adsorption Method*, J.Eng Technol.Sci, 48 No2, pp. 200-206, 2016.

- L. Noerochim, *Lithium Manganese Oxide nanoparticles synthesized by hydrothermal method as adsorbent of Lithium Recovery Process from geothermal Fluid of Lumpur Sidoarjo*, AIP Conference Proceeding 1725, 020054, 2016,
- M. Michlaska, L. Lipinska, M. Mirkowska, M. Aksienionek, R. Diduszko, and M. Wasiucionek, *Solid State Ionics* 188, 160-164 (2011).
- M Rohmah, *Lithium Recovery from Bledug Kuwu Mud Volcano Using Water Leaching Method*, IEEE International Conference on Innovative Research and Development, , 2018.
- P. A. Bakane, *Proceedings of The Thirty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering* (California, 2013).
- Q. Feng, Y. Miyai, H. Kanoh, and K. Ooi, *Langmuir* 8, 1861 (1992).
- R.A. Alberty, "Physical Chemistry Volume 7th". (John Willey and Sons, 1987).
- S.H. Mohr, 2012, *Lithium Resources and Production: Critical Assessment and Global Projections*, *Minerals Journal*, 2, pp.65-84
- S. Nishihama, K. Onishi, K. Yoshizuka, *Selective recovery process of lithium from seawater using integrated ion exchange methods*, *Solvent Extr. Ion Exch.* 29 (2011) 421–431.
- Xianhui Li, *Membrane-based Technologies for Lithium Recovery from Water Lithium resources: A review*, *Journal of Membrane Science*, 591, 2019
- X. Zhou, M. Chen, H. Bai, C. Su, L. Feng, and J. Guo, *Vacuum* 99, 49-55 (2014).
- Y. Siregar, *Investigasi Model Isothermal Adsorpsi Litium dari Brine Waterr-Bogor Menggunakan Adsorben Hydrous Mangane Oxide (HMO) dengan Variasi Doses Adsorben dan Waktu Adsorpsi*, *Metalurgi*, 3 pp.141-150, 2019
- W. Takinawa, "Proceeding Symposium on Future Lusi," (BPLS Sidoarjo, 2011)

REKAPITULASI ANGGARAN PEMBELANJAAN

No	Jenis pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rp)
1	Peralatan Muffle	5.000.000,-
2	Peralatan Filter	6.000.000,-

Jumlah	11.000.000,-
--------	--------------

OUT PUT

1. Seminar Internaional

Presentasi Seminar Internasional di International Conference on Green Technology and Design, telah dijalankan pada tanggal 3 Desember 2020.

2. Journal Nasional

Naskah paper Journal Nasional telah disubmit ke Journal Nasional Rekayasa Hijau.

Sumberdaya Alam Lithium Indonesia

Salafudin¹

¹Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

Email: salafudin@itenas.ac.id¹

Received 30 November 201x | Revised 30 Desember 201x | Accepted 30 Januari 201x

ABSTRAK

Lithium adalah salah satu mineral yang mempunyai permintaan yang paling tinggi dalam Revolusi Industri Keempat. Indonesia yang kekayaan alam nilainya besar, ingin menjadi negara penghasil baterai. Oleh karena itu, diperlukan investigasi sumber bahan baku utama lainnya dalam produksi baterai. Sumber daya bahan baku utama baterai adalah Lithium. Penyelidikan litium sebagai sumber bahan baku di Indonesia telah dilakukan melalui tinjauan pustaka. Sumber daya alam litium ditemukan di air laut, Brine, mineral, dan tanah liat. Endapan yang mengandung Mineral Lithium terdapat di beberapa tempat di Indonesia dalam jumlah dan konsentrasi yang kecil. Sebagai negara yang dilalui cincin api, Indonesia memiliki banyak mata air panas dan Brine yang mengandung Lithium. Tanah liat yang mengandung litium ditemukan dalam bentuk slurry (brine dan lumpur tanah liat), seperti pada lumpur Bleduk Kawu dan lumpur Sidoharjo. Bittern sebagai limbah industri garam memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber Lithium di Indonesia

Kata kunci: Lithium, Sumber Air Panas, Brine, Clay, Bittern

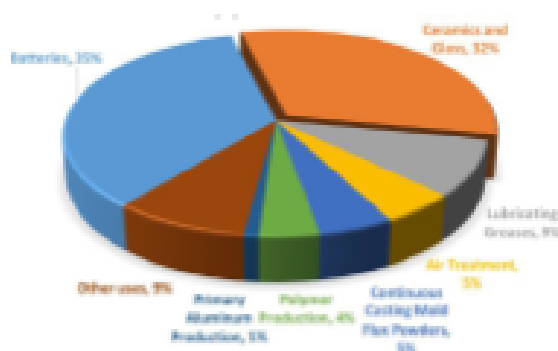
ABSTRACT

Lithium is one of most demanding minerals in The Fourth Industrial Revolution. Indonesia whose large Nickel natural resources, wants to become a battery producing country. Therefore an investigation of other main raw material sources in battery production is needed. The main raw material resource for batteries is Lithium. The investigation of lithium as raw material resource in Indonesia has been carried out through a literature review. Lithium natural resources are found in sea water, Brine, minerals, and clay. Mineral Lithium containing deposits are found in several places in Indonesia in small amounts and concentrations. As a country through which the ring of fire passes, Indonesia has a lot of hot spring water and Brine containing Lithium. Clay containing lithium is found in the form of slurry (brine and clay mud), such as in the Bleduk Kawu mud and the Sidoharjo mud. Bittern as a waste of salt industries has great potential to be developed as a source of Lithium in Indonesia

Keywords: Lithium, Hot Spring Water, Brine, Clay, Bittern

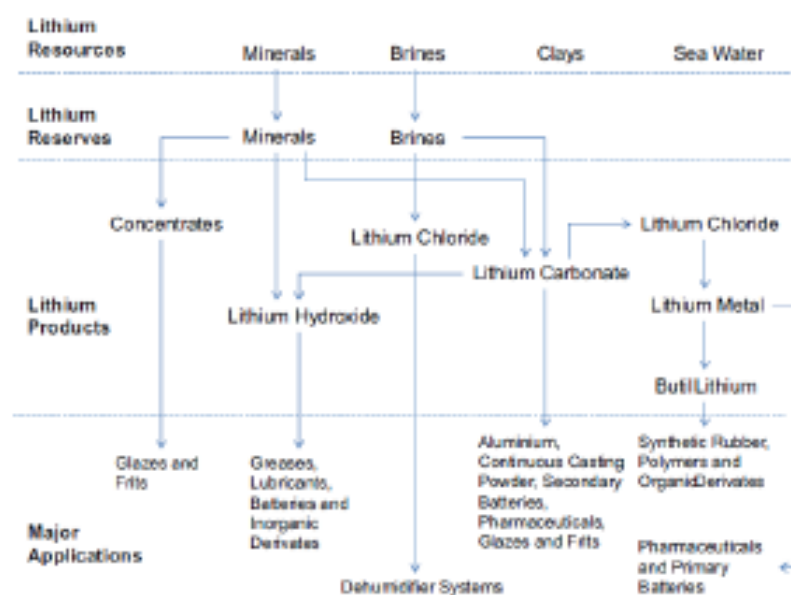
1. PENDAHULUAN

Lithium adalah salah satu mineral tanah jarang (*rare earth minerals*) yang saat ini memiliki tren permintaan kenaikan tajam di era revolusi industri 4.0. Lithium mempunyai berbagai pemanfaatan didalam kehidupan sebagaimana disajikan dalam Gambar 1. Pemanfaatan Lithium sebagai *energy storage / batteries* mempunyai dua fungsi yaitu 1. untuk menjaga stabilitas pemanfaatan energi terbarukan yang pasokannya fluktuatif terhadap waktu dan 2. kendaraan / *mobile equipment* dengan alasan fleksibilitas dan emisi gas rumah kaca yang minimum. Penggunaan lithium yang semakin sentral ini membuat permintaan lithium dan harga lithium yang tinggi. Permintaan Lithium ditahun 2025 diprediksikan dapat menyentuh angka lima ratus ribu ton pertahun [1].



Gambar 1. Pemanfaatan Lithium dalam kehidupan [2]

Sumber lithium di alam ditemukan di air laut, air asin (*Brine*), mineral, dan tanah liat (*Clay*) [3]. Masing-masing sumber lithium tersebut mempunyai karakteristik masing-masing sehingga teknologi proses yang digunakan berbeda dan produk teknologi *recovery* Lithium dalam bentuk senyawa yang berbeda. Senyawa-senyawa ini selanjutnya akan dipakai sebagai bahan baku industri lain. Proses yang dipakai untuk mengolah sumber daya alam Lithium dalam bentuk *Brine*, air laut dan sumber air panas (*hot spring water*) hampir sama. Lithium yang terkandung dalam *Clay* mempunyai proses tambahan ekstraksi dengan air sebelum akhirnya memasuki teknologi yang sama dengan pengolahan lithium dalam *brine*. Berdasarkan hal tersebutlah maka Speir mengelompokkan lithium yang terkandung didalam *brine*, seawater dan *Clay* dalam satu kelompok dalam peta pohon industri proses pengolahan lithium dari sumber daya alam yang disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 1. Peta Pokon Industri Pemanfaatan Sumber Daya Alam Lithium [3]

Cadangan Lithium Dunia yang telah diketahui sebesar 14 juta ton dengan negara penghasil utama berturut-turut Chile, China, Argentina, dan Australia. Penambangan terbesar Lithium masih dihasilkan dari sumber tambang berbentuk brine.

Tabel 1. Cadangan Lithium Dunia [4]

No.	Negara	Cadangan (Ton)
1	Chile	7.500.000
2	China	3.200.000
3	Argentina	2.000.000
4	Australia	1.600.000
5	Portugal	60.000
6	Brazil	48.000
7	USA	38.000

S	Zimbabwe	23.000
Total Cadangan Lithium Dunia		14.000.000

Walaupun Indonesia tidak tercantum sebagai Negara yang mempunyai cadangan Lithium di Indonesia tetapi empat jenis sumber daya alam yang mengandung Lithium terdapat di Indonesia. Tidak tercatatnya Indonesia sebagai negara yang mempunyai kandungan deposit Lithium karena tidak adanya penelitian yang mendalam yang didedikasikan untuk menghitung deposit Lithium di bumi Indonesia walaupun ke empat jenis sumber Lithium diatas ditemukan di Indonesia. Karena hal itulah maka kajian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui jenis deposit Lithium yang ditemukan di Indonesia, memperkirakan besarnya.

2. METODOLOGI

Penelitian merupakan penelitian studi literatur dengan menelaah jurnal, prosiding, patent yang berisi bahasan yang berhubungan dengan sumber daya alam di Indonesia yang mengandung Lithium.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sumber Daya Alam Lithium dalam Bentuk Batuan Mineral

Batuan mineral yang mengandung Lithium ditemukan dalam bentuk graphite, tanah laterit-sapolit, dan α -spodumen. Batuan ini ditemukan di beberapa tempat mulai dari Sulawesi selatan [5], Sulawesi tengah [6], Kalimantan [8], dan Jawa tengah [7]. Lithium dalam konsentrasi yang tinggi sampai dengan 5% dan layak ditambang ditemukan di Mekongga, Samaturu, Kolaka, Sulawesi selatan dengan luas areal 11 Ha dan kedalaman sampai 13 meter. Sumber Batuan mineral lain mengandung konsentrasi lithium kecil dengan volume deposit yang tidak diketahui. Pengambilan Lithium dari batuan mineral melalui serangkaian proses mulai dari pengayaan yang melibatkan sejumlah unit pemisahan secara fisik dilanjutkan dengan proses pirometalurgi dan atau hydrometalurgi.

Tabel 2. Deposit Mineral Lithium di Indonesia

No.	Mineral	Areal Deposit	Li Konsentrasi	Kapasitas	Pustaka
1.	Graphite	Mekongga, Samaturu, Kolaka, Sulawesi Selatan	5%	11 Ha, 13m Thickness	[5]
2.	tanah laterit dan saprolit	masama dan pagimana, Banggai, Sulawesi tengah	3-38 ppm	Thickness 5m	[6]
3.	α -spodumen	Kebumen, jawa tengah	3,14 ppm		[7]
4.	α spodume ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$)	Kalimantan	3,09 ppm		[8]

3.2 Sumber Daya Alam Lithium dalam Bentuk Clay

Salah satu sumber deposit Lithium berbentuk *clay* yang ada di Indonesia adalah Lumpur Sidoarjo (LuSi) atau lumpur Lapindo [9] [10]. Lumpur Sidoarjo merupakan menurut Klasifikasi sumber Lithium oleh J. Speir adalah Brine dan Clay karena baik air maupun padatan lumpur Sidoarjo mengandung Lithium. Volume hupan lumpur Sidoarjo mencapai 180.000 m³/hari dan diperkirakan akan berlangsung selama ratusan tahun [11]. Sedangkan Kandungan Lithium Cairan lumpur Sidoarjo mengandung Lithium 5,81 – 15,985 ppm [12] [13]. Kandungan Lithium didalam padatan lumpur Sidoarjo belum ada yang meneliti.

Sumber Deposit Lithium lain dalam bentuk Clay ditemui di Bledug kuwu. Baik Lusi maupun Bledug kuwu tergolong *mud volcano*. Lithium yang berada dalam cairan dan padatan Clay (montmorillonite) saling berinteraksi adsorpsi desorpsi sehingga konsentrasi keduanya selalu berubah tergantung dengan banyaknya air dan temperatur. Sehingga Beberapa peneliti menghasilkan konsentrasi yang berbeda ketika penelitian dijalankan pada waktu yang berbeda. Rohmah dan Lalasari menyatakan bahwa konsentrasi Lithiumnya sampai 41 ppm dan terjadi proses desorpsi oleh air pada temperatur 25- 45 [14],[15]. Sumarno dan Sulistiyono menyampaikan bahwa cairan brine bledug kuwu mengandung Lithium 138,64 ppm sedangkan padatan lumpurnya konsentrasi Lithiumnya sampai 400 ppm [16],[17]. Fenomena adsorpsi desorpsi Lithium ini membuat kandungan deposit Lithium berbentuk Clay bersifat dinamis sehingga dalam penentuan besarnya diperlukan studi mendalam tentang kinetika kesetimbangan Lithium dalam kedua fase sebagai fungsi temperatur.

Tabel 3. Deposit Lithium dalam Bentuk Clay di Indonesia

No.	Jenis Deposit	Areal Deposit	Li Konsentrasi (ppm)		Literature
			Brine	Clay	
1	Clay-Brine	Lumpur Sidoarjo (LuSi)	5,81 – 15,985		[12][13]
2	Clay-Brine	Bledug kuwu, grobogan, jawa tengah	138,64	400	[16],[17]

3.3 Sumber Daya Alam Lithium dalam Bentuk Brine

Sumber Lithium dalam Bentuk Brine di Indonesia ditemukan dalam bentuk Bittern atau Larutan Induk pengkaraman, Sumber air panas (hot spring Water), dan Brine cairan kondensat pembangkit listrik tenaga panas bumi. Karena Indonesia dilalui oleh Ring of Fire maka banyak ditemui hot spring yang mengandung Lithium mulai dari 0,025-17,27 ppm. Tidak semua sumber lithium ini diketahui debitnya sehingga tidak bisa dilakukan perhitungan kapasitas depositnya secara keseluruhan. Air kondensat pembangkit listrik geothermal PLTP Dieng mengandung Lithium sangat tinggi 77,31-99,4 ppm. Data ini mengindikasikan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap air kondensat PLTP sejenis diseluruh Indonesia. Brine yang berbentuk atau air asin dengan konsentrasi garam yang sangat tinggi tidak ditemukan di Indonesia tetapi Brine dalam bentuk Bittern yang belum dimanfaatkan ditemui pada setiap industri garam di Indonesia. Konsentrasi Lithium dalam Bittern ini sangat bervariasi dipapangan tergantung dari metode produsen garam dapur menghasilkan produknya. Data deposit Lithium selengkapnya dalam bentuk Brine disajikan di Table 4.

Teknologi recovery lithium dalam bentuk brine yang berkembang sekarang adalah selektif adsorbent, Elektro dialysis dan membrane. Melihat karakteristik sumber Brine di Indonesia yang kapasitasnya tidak besar dan tersebar maka teknologi yang paling tepat dikembangkan dan diaplikasikan di Indonesia adalah selektif adsorbent. Selektif Adsorbent Lithium Mangan Okside (LMO) dapat menyerap Lithium dalam konsentrasi rendah dibawah 1 ppm seperti pada air laut dan beberapa hot spring water sampai seratusan ppm pada brine.

Penulis Pertama dan Penulis Kedua (jika penulis 2 orang) / Penulis Pertama dkk. (jika penulis lebih dari 2 orang)

Tabel 4. Deposit Lithium dalam Bentuk Brine di Indonesia

No.	Jenis Deposit	Areal	Li Konsentrasi (PPM)	Debit (Liter/detik)
1	Bittern	All Indonesi	1100	0,232865
2	hot spring water	Kawah Domas	0,67	
3	hot spring water	Ciater	2,18	50,00
4	hot spring water	Batugede 5	0,44	0,1 -1,5
5	hot spring water	Batugede7	4	0,1 -1,5
6	hot spring water	Batukapur1	5	3,00
7	hot spring water	Batukapur2	2,55	3,00
8	hot spring water	Ciracas1	3,44	1,00
9	hot spring water	Ciracas2	8,8	1,00
10	hot spring water	Maribaya1	1,73	5,00
11	hot spring water	Maribaya2	0,025	5,00
12	hot spring water	Kancah1	0,94	10,00
13	hot spring water	Kancah2	1,55	10,00
14	hot spring water	Cimanggu1	0,16	1,00
15	hot spring water	Cimanggu3	0,31	1,00
16	hot spring water	Ciseeng,Bogor	17,2717	
17	hot spring water	Tangkuban Perahu	0.3 - 8.8	
18	hot spring water	Tasin, Lawu, Jawa tengah	12,5	
19	hot spring water	Karambia, Sumani, Sumatera	10,1	
20	hot spring water	Lawi, Sumani, Sumatera	10,1	
21	hot spring water	Lakuak, Sumani, Sumatera	6,2	
22	hot spring water	Kanandede, Limbong	7,9	
23	hot spring water	Kanandede VI, Limbong	8	
24	hot spring water	Komba, Limbong	6,7	
25	hot spring water	Bala I, Bituang	10,4	
26	hot spring water	Bala II, Bituang	7,9	
27	hot spring water	Pohuato 2, Bealemo	11,84	
28	hot spring water	Pohuato 1, Bealemo	10,99	
29	hot spring water	Kageroa, Poso	4,12	

Rekayasa Hijau – 6

Dalam kotak header pada halaman ganjil ini tuliskan judul makalah

30	hot spring water	Lengkeka, Pono	3,93	
31	hot spring water	Ohon Batu, Seram	5,67	
32	hot spring water	Dieng	0,01,088	
33	Brine from Silencer PLTP	PLTP Dieng	77,31-99,4	0,126972
34	Mata Air Panas	Cibingbin	5,8	
35	hot spring water	Cilayu	< 0.4	
36	hot spring water	Cipacing	0.4 - 1.6	
37	hot spring water	Tanggung- Cibungur	< 1.0	
38	hot spring water	Malang-Wadas Lintang	< 0.3	
39	hot spring water	Mengkawur	< 3.2	
40	hot spring water	Kandangan	< 0.01	
41	hot spring water	Sungai Batuq,	0.1	
42	hot spring water	Sape, Nanga Dua	< 0.1	
43	hot spring water	Kadidia	1,37	
44	hot spring water	Napu	0.7	
45	hot spring water	Toure	< 4.2	
46	hot spring water	Parara-Pincara	0.5	
47	hot spring water	Limbung	0.4 - 8.3	
48	hot spring water	Maranda	0.2 - 3.7	
49	hot spring water	Rasoki	0.6	
50	hot spring water	Bitung	7.0 - 11	
51	hot spring water	Tambu	5,9	
52	hot spring water	Dolak Marawa	0.5 - 0.9	
53	hot spring water			
54	hot spring water	Laina	< 0.75	
55	hot spring water	Pohuwato	10-Dec	
56	hot spring water	Tulehu	May-13	
57	hot spring water	Dieng	32 - 68	
58	hot spring water	Kamojang	< 0.8	
59	hot spring water	Darajat	1,4	
60	hot spring water	Salak	12,4	
61	hot spring water	Wayang Windu	33	
62	hot spring water	Tampomas	< 1.3	

Rekayasa Hijau – 7

Penulis Pertama dan Penulis Kedua (jika penulis 2 orang) / Penulis Pertama dkk. (jika penulis lebih dari 2 orang)

63	hot spring water	Tampomas	21.3	
64	hot spring water	Gunung Ciremai	< 0.4	
65	hot spring water	Cidana, Banten	< 1.6	
66	hot spring water	Malingsing	< 0.3	
67	hot spring water	Subang	< 7.0	
68	hot spring water	Subang	18.3	
69	hot spring water	Lawa	5	
70	hot spring water	Hululais	0.5 - 5.4	
71	hot spring water	Gunung Kaca	2.0 - 2.4	
72	hot spring water	Permis	0.5	
73	hot spring water	Rajahasa	1.3 - 7.5	
74	hot spring water	Rajahasa	< 0.15	
75	hot spring water	Kepahiang	< 0.8	
76	hot spring water	Geureudong	25.3	
77	hot spring water	Talang	< 1	
78	hot spring water	Uluheh	1.2 - 2.3	
79	hot spring water	Sibualbuali	0.5 - 0.7	
80	hot spring water	Donotatik	4.4 - 7.4	
81	hot spring water	Namora-I-Langit	4.2	
82	hot spring water	Silangkitang	6.3 - 6.5	
83	hot spring water	Lahendong	2.3	
84	hot spring water	Mataloko	< 0.04	
85	hot spring water	Songa-Wayana	0.13 - 8.60	

3.4 Kapasitas Sumber Daya Alam Lithium Indonesia

Kapasitas Sumber daya lithium Indonesia di hitung berdasarkan sumber daya yang telah diketahui konsentrasi dan Debit atau besarnya. Berdasarkan perhitungan yang disajikan pada Tabel 4, kapasitas lithium yang bisa dihasilkan oleh Indonesia adalah 14.105 ton per tahun. Sumber daya Lithium yang besar sudah cukup besar bila dibandingkan dengan jadianan Lithium USA yang 38.000 ton karena kapasitas Sumber daya alam Indonesia disajikan dalam satuan pertahun. Berdasarkan data ini maka dimasa yang akan datang terdapat kemungkinan Indonesia menjadi penghasil Lithium yang diperhitungkan bila dapat mengoptimalkan sumber daya lithium yang tersedia di bumi Nusantara dalam bentuk Brine, Clay dan air laut.

Tabel 4. Kapasitas Deposit Lithium Indonesia

No	Jenis Deposit	Areal	Li Konsentrasi (PPM)	Debit (Liter/detik)	Kapasitas Li (tons/tahun)
1	Bittern	All Indonesi	1100	0,232865	7967
2	hot spring water	Ciater	2,18	50,00	3390
3	hot spring water	Kancah2	1,55	10,00	482
4	hot spring water	Batukapur1	5	3,00	467
5	Brine from Silencer PLTP	PLTP Dieng	99,4	0,126972	393
6	hot spring water	Kancah1	0,94	10,00	292
7	hot spring water	Maribaya1	1,73	5,00	269
8	hot spring water	Ciracas2	8,8	1,00	274
9	hot spring water	Batukapur2	2,55	3,00	238
10	hot spring water	Batupede7	4	1,50	187
11	hot spring water	Ciracas1	3,44	1,00	107
12	hot spring water	Batupede 5	0,44	1,50	21
13	hot spring water	Cimangga3	0,31	1,00	10
14	hot spring water	Cimangga1	0,16	1,00	5
15	hot spring water	Maribaya2	0,025	5,00	4
Kapasitas Li Total (Tons/tahun)					14105

4. KESIMPULAN

Deposit litium di Indonesia kecil hanya cukup untuk kebutuhan domestic. Brine merupakan deposit potensial lithium, teknologi berbasis adsorpsi selektif merupakan teknologi paling menjanjikan untuk recovery lithium di Indonesia. Penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan adsorben LMO yang membutuhkan selektivitas, kapasitas dan daya tahan yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Bandung Indonesia, yang telah dimembayai penelitian ini melalui lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azpilrusta, D.C. , Leon, S. H, Cisternas, L.A, (2020). " Current and Future Global Lithium Production Till 2025", *The Open Chemical Engineering Journal*, 14, pp 36-51.
- [2] Swain,B., 2017, *Recovery and Recycling of Lithium: A review*, *Separation and Purification Technology Journal*, 172, pp.388-403
- [3] Speir, J., Contestabile, M., Houari, Y., Gross, R., (2014), "The Future of Lithium Availability for electric Vehicle Batteries", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 35, pp 183-193.
- [4] Luis, A, Gil-Alaman, Monge, M, (2019), "Lithium: Production and Estimated Consumption. Evidence of Persistence", *Resources Policy* 60, pp 198-202.
- [5] Florena,F.F.,(2016). " Floatability Study of Graphite ore from Southeast Sulawesi (Indonesia)", *AIP Conference Proceeding* 1712, 050005
- [6] Kusman, (2014). " Prospekti Unsur Tanah Jarang / Rare Earth Elements (REE) di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah", *Laporan Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Badan Geologi*
- [7] Natasha,N.C., (2018). " Ekstraksi Lithium dari β - Spodumene Hasil Dekomposisi Batuan Sekamika Indonesia Menggunakan Aditif Natrium Sulfat", *Metallurgi*, 2, pp 69-78.
- [8] Suharyanto,A. (2019). " Decomposition of Spodumene Mineral in Granitic Rocks from South Kalimantan – Indonesia bu Potassium Sulphate", *IOP Conf Series: Material Science and Engineering* 541, 012044
- [9] Supriyana, E., (2019). " Gravity data of porous regions, Sidoarjo in the Interpretation geology Structure and deformation of Subsurface", *IOP Conf. Series:Earth and Environmental Science* 311.
- [10] R. Wirosoedarmo, R.,(2020). " Effect of Pyrolysis Temperature on Biochar to Reduce Cadmium Concentration in Impacted Lapindo Mudsoil in Sidoarjo, East Java", *Poll Res*, 39 (2), pp 442-449.
- [11] Taufik,M., , (2009). " Digital Elevation Model (DEM) Aster untuk Menghitung Volume Lumpur Lapindo", *Geoid*, 04 No.2, pp 166-170.
- [12] Noerochim,L., (2016). " Recovery of Lithium from Geothermal Fluid at Lumpur Sidoarjo by Adsorption Method", *J.Eg Technol.Sci*, 48 No2, pp. 200-206.
- [13] Noerochim,L., (2016). " Lithium Manganese Oxide nanoparticles synthesized by hydrothermal method as adsorbent of Lithium Recovery Process from geothermal Fluid of Lumpur Sidoarjo", *AIP Conference Proceeding* 1725,020054
- [14] Rohmah, M., (2018). " Lithium Recovery from Bledug Kuwa Mud Volcano Using Water Leaching Method", *IEEE International Conference on Innovative Research and Development*
- [15] Lalasari, L.H.,(2019). " Effect of Leaching Temperatur on Lithium recovery from Li-Montmorillonite (Bledug Kuwa's Mud)", *The 2nd Mineral Processing and Technology International Conference*.
- [16] Sumarno, (2012). " Recovery Garam Lithium dari Air Asin (Brine) dengan Metoda Precipitasi", *Teknik Vol* 33, No 2.
- [17] Sulistyono, E.,(2018). " Study of Lithium Extraction from Brine Water, Bledug Kuwu, Indonesia by the Precipitation Series of Oxalic Acid and Carbonate Sodium", *AIP Conference Proceeding* 1964, 020007

