



EKSTRAKSI LITIUUM PADA AIR FORMASI PANAS BUMI DENGAN METODE ADSORPSI (STUDI KASUS PADA PLTP DIENG)

Pijar Fitrah Ababil^{1*}, Faroucki Seven Mahendra¹⁾, Faiqotul Hikmah¹⁾, Lilo Al Fiqriansyah¹⁾
Nanda Wulansari¹⁾

¹⁾ Teknik Perminyakan, Universitas Jember

* corresponding email: pijarfitrah@gmail.com

ABSTRACT

Geothermal energy is produced due to the tectonic and volcanic activity of a hydrothermal system in the earth. Geothermal potential in Indonesia is 28,170 MW, but only 1728 MW or 4% of the geothermal potential is utilized as a source of Geothermal Power Plant (GPP). The development of GPP requires a very large investment and is not comparable to the selling price of electricity. The principle of GPP is to use hot steam from the reservoir to generate electricity through a generator. The produced fluid consists of steam and brine water, which will later be discharged/reinjected. Brine water comes from meteoric water that settles around the reservoir rocks. This precipitation process will dissolve minerals in the reservoir rock, one of which is lithium which is the raw material for batteries. There are various methods to extract lithium from brine water, including precipitation, ion-exchange, extraction with ion-in-liquids (ILs), and adsorption. The lithium extraction process begins with brine that is adsorbed using Li-ion-sieves and will be eluted with dilute HCl and then precipitated with Na₂CO₃ to become Li₂CO₃ which will be marketed as battery raw material. The brine at Dieng GPP has a lithium content of 50.11 to 99.4 mg/L in the brine, if the flow rate is 70 tons/hour, 1.89 tons/month of Li₂CO₃ will be obtained.

Keywords: *Geothermal Power Plant, Lithium Extraction, Geothermal Brine Utilization*

I. PENDAHULUAN

Energi panas bumi dihasilkan dari akibat adanya aktivitas tektonik dan vulkanik suatu sistem hidrotermal di dalam bumi [1]. Potensi geothermal di Indonesia sebesar 28.170 MW, namun baru 1728 MW atau 4% dari potensi panas bumi yang dimanfaatkan sebagai sumber Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) [2]. Pembangunan PLTP membutuhkan investasi yang sangat besar karena pada pembangunan PLTP skala kecil dengan kapasitas 5 MW membutuhkan biaya modal sekitar US\$ 15 juta sedangkan dalam skala besar dengan kapasitas 10 MW membutuhkan biaya investasi sebesar US\$ 25 juta [3]. Permasalahan utama investasi panas bumi adalah keekonomian harga listrik atau uap dari PLTP belum menarik minat investor. Harga uap panas bumi berkisar antara 3,7 sen / kWh hingga 3,8 sen / kWh, sedangkan harga pembangkit listrik berkisar antara 4,20 sen / kWh hingga 4,44 sen / kWh dengan eskalasi 1,5% per tahun [4]. Proses produksi geothermal dilakukan dengan menyuntikkan air ke dalam perut bumi melalui sumur produksi. Pemanasan air tersebut berubah menjadi uap dan air yang dipisahkan menggunakan separator. Uap hasil separasi dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin dalam menjalankan generator sebagai penghasil listrik sedangkan air hasil separasi atau dikenal dengan brine water tidak digunakan sehingga diinjeksikan kembali ke dalam sumur. Brine water berasal dari air meteorik yang meresap ke bawah tanah dan mengendap di sekitar batuan reservoir geothermal, sehingga selama proses peresapan itu, air meteorik akan mengikat mineral yang terendapkan di batuan, salah satunya yaitu litium [5].

Litium adalah mineral logam dengan relativitas rendah, dan digunakan sebagai bahan pembuatan baterai dalam bentuk senyawa Li₂CO₃. Harga Li₂CO₃ berkisar antara USD\$17.000 sampai USD\$19.000 per ton [6]. Terdapat berbagai metode untuk dapat mengekstrak litium dari brine water, metode tersebut diantaranya metode pengendapan, metode ion-exchange, metode ekstraksi dengan ionin liquids (ILs), dan adsorpsi [7]. Metode ekstraksi litium menggunakan metode adsorpsi merupakan metode paling baru dengan menggunakan prinsip elektrodialisis pada membrane bipolar. Hasil ekstraksi pada metode ini menghasilkan litium secara cost-friendly dan ramah lingkungan [8]. Adsorpsi adalah proses ketika molekul fluida menempel pada pori-pori pada permukaan padat atau cair. Molekul yang menempel dan diendapkan pada pori-pori permukaan disebut adsorbate, dan permukaan yang ditempelinya adsorbate disebut adsorbent. Dalam hal ini, litium yang dilarutkan dalam air garam menjadi adsorbate [9].

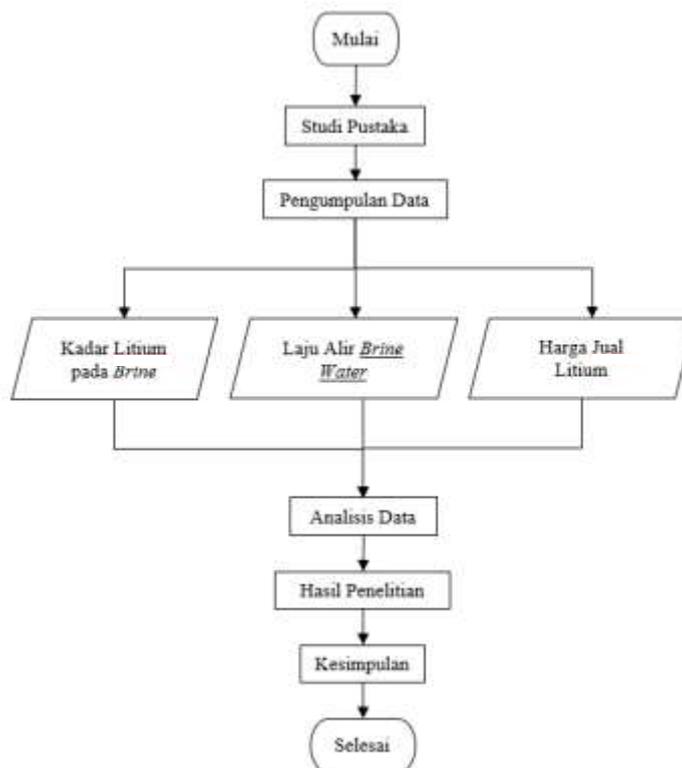


Proses ekstraksi litium telah diterapkan di beberapa tempat, seperti pada kawasan panas bumi Dieng di Banjarnegara, Jawa Tengah yang memiliki potensi geothermal sebesar 780 MW. Metode pengendapan yang digunakan telah mengekstraksi kadar litium 50,11 – 99,44 mg/l, diperoleh dari hasil analisis brine PLTP Dieng dari wellpad 30, 7B dan 28A. Nilai besarnya ini termasuk tinggi, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan kandungan litium di Kawasan Salton Sea, Amerika Serikat. Kawasan ini menggunakan fluida panas bumi untuk menghasilkan litium dan kadar litium yang dihasilkan bisa mencapai 90 - 440 mg/kg. PLTP Dieng memang memiliki kandungan endapan mineral yang besar, selain litium, terdapat endapan mineral silika dengan kadar Au 0.477 ppm, Perak 3.14 ppm, Hg 1.982 ppm, As 69.14 ppm, Sb 46.14 ppm, Pb 115.43 ppm, dan As 199 ppm. Banyaknya mineral yang terendapkan ini dikarenakan fluida yang termanifestasi di PLTP Dieng didominasi oleh air meteorik yang mengalami interaksi dengan batuan sekitarnya serta fluida magmatik [10].

Kebutuhan litium akan terus meningkat di masa yang akan datang dan di Indonesia sebagian besar masih impor. Hal ini dikarenakan minimnya ketersediaan litium akibat kurangnya eksplorasi sumber litium. Minimnya eksplorasi secara konvensional disebabkan karena memerlukan waktu dan biaya yang cukup besar serta terletak di perut bumi yang cukup dalam. Oleh karena itu, dengan adanya potensi litium dari brine water dan metode ekstraksi adsorpsi, diharapkan dapat mengurangi beban impor Indonesia terhadap litium dan dapat menaikkan nilai tambah dalam produksi geothermal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan potensi keekonomian dari brine PLTP melalui proses ekstraksi mineral yang terendapkan, yaitu litium.

II. METODOLOGI PENELITIAN

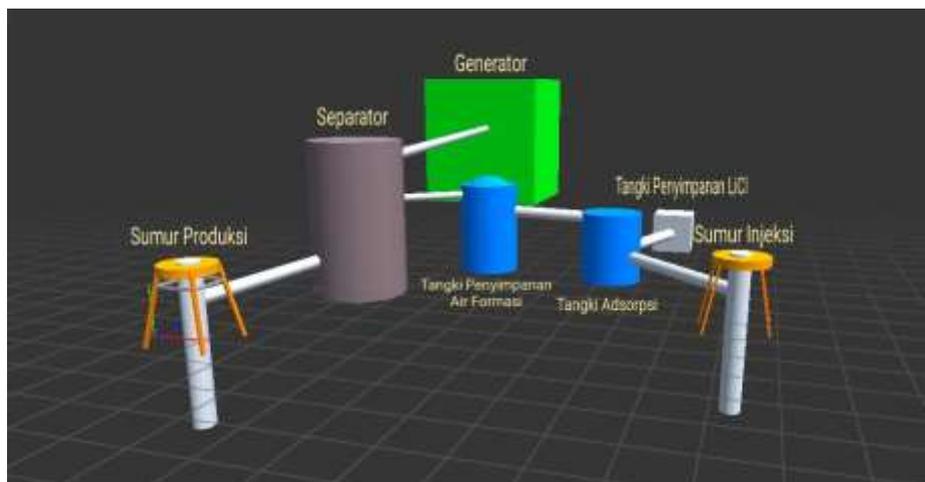
Metode penelitian dan analisis data yang digunakan adalah studi pustaka dengan mengumpulkan informasi dan data dari penelitian baik dalam bentuk paper, tesis, ataupun data yang dirilis oleh instansi pemerintahan. Data yang dibutuhkan adalah potensi kadar litium pada lapangan panas bumi di Indonesia dengan studi kasus pada lapangan dieng serta data produksinya, dan harga jual litium. Kadar litium dan data produksi dalam bentuk laju alir brine akan digunakan untuk menentukan jumlah kadar litium yang dapat diekstrak, sedangkan harga jual litium akan digunakan untuk menentukan berapa tambahan pemasukan pada perusahaan dari penjualan hasil ekstraksi litium. Flowchart penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1. Ketiga data yang di dapat akan di intrapolasi untuk menghasilkan suatu kesimpulan mengenai apakah ekstraksi litium dari brine water akan menguntungkan atau tidak.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi litium dari air formasi geothermal dimulai ketika fluida geothermal (terdiri dari uap panas dan air) diangkat melalui sumur produksi dan dialirkan menuju separator (gambar 2). Separator akan memisahkan antara uap panas dan air formasinya, uap akan dialirkan menuju generator untuk menggerakkan turbin yang akan menghasilkan muatan listrik. Air akan dialirkan menuju tangki penyimpanan sebelum dialirkan menuju tangki adsorpsi. Tangki penyimpanan berfungsi sebagai tempat penyimpanan air formasi sebelum dialirkan pada tangki adsorpsi untuk mencegah kelebihan volume pada tangki adsorpsi.

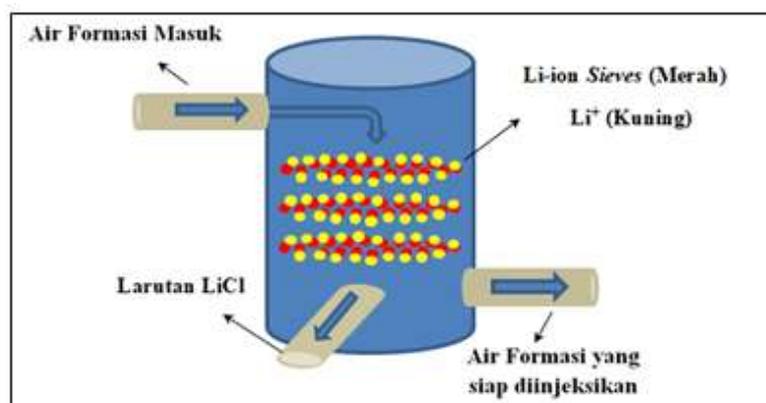


Gambar 2. Desain Proses Ekstraksi Litium

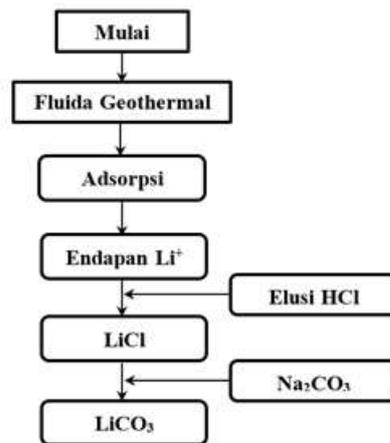
Selanjutnya, air formasi akan dialirkan menuju ke tangki adsorpsi yang didalamnya menggunakan Li ion-sieve sebagai adsorbentnya untuk mengikat ion Li^+ . Li ion-sieve (LIS) berbentuk serbuk terdiri dari serangkaian adsorbent dengan struktur kimia unik yang dapat mengikat dan memisahkan ion litium dari larutan air formasi. Litium yang terlarut dalam air formasi akan membuat endapan tipis Li^+ pada bagian luar LIS. Li^+ yang terendapkan akan dilakukan proses elusi untuk melarutkan endapannya dengan menggunakan HCl yang telah diencerkan sebagai eluen. Hasil dari elusi ini adalah larutan LiCl yang akan dialirkan ke dalam tangki penyimpanan LiCl. Air formasi yang telah diekstrak litiumnya akan dialirkan untuk diinjeksikan kembali ke dalam reservoir. Larutan LiCl dalam tangki penyimpanan akan direaksikan dengan sodium karbonat (Na_2CO_3) dengan hasil akhir litium karbonat (Li_2CO_3) dengan persamaan reaksi :



Litium karbonat inilah yang nanti akan dipasarkan ke dalam industri baterai. Kemurnian litium karbonat yang dihasilkan perlu dilakukan riset lebih lanjut mengenai kondisi ketika reaksi berlangsung seperti pH, temperatur, dan jenis adsorbentnya untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Desain tangki adsorpsi dan flowchar dari proses ekstraksi litium dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Desain Tangki Adsorpsi



Gambar 4. Flowchart Proses Adsorpsi

Harga jual dari litium karbonat ini semakin lama semakin meningkat, mengacu pada data sebelumnya pada latar pendahuluan, harga jual dari litium karbonat berkisar antara US\$17,000 ~ US\$19,000 per ton. PLTP Dieng diketahui memiliki kadar litium sebesar 50,11 ~ 99,4 mg/L dalam air formasi geothermalnya. Menurut Qurrahman et al. (2019), flowrate dari air formasi yang dikeluarkan pada PLTP Dieng adalah 70 ton/jam [11]. Kita dapat menghitung nilai ekonomis dari gagasan ini. Asumsikan nilai kadar litiumnya menggunakan nilai rata-rata dari data tersebut yaitu 75 mg/L dengan konversi 1 liter air \approx 1 kg air dan flowrate air formasinya 70.000 kg/hour, maka :

$$\begin{aligned} 75 \text{ mg/kg} \times 70.000 \text{ kg/jam} &= 5.250.000 \text{ mg/jam} \\ \text{Litium yang didapat} &= 5,25 \text{ kg/jam} \end{aligned} \quad \dots 1.2$$

dengan asumsi waktu adsorpsi yang diperlukan adalah 1 jam dan air formasi digunakan seluruhnya, maka litium yang didapatkan adalah dalam waktu 1 hari dan 1 bulan antara lain :

$$\begin{aligned} \text{Litium yang didapat} &= 5,25 \text{ kg/hour} \times 24 \text{ hour/hari} \\ \text{Litium yang didapat} &= 126 \text{ kg/hari} \end{aligned} \quad \dots 1.3$$

$$\begin{aligned} \text{Litium yang didapat} &= 126 \text{ kg/hari} \times 30 \text{ hari/bulan} \\ \text{Litium yang didapat} &= 3780 \text{ kg/bulan} \end{aligned} \quad \dots 1.4$$

Hasil penjualan dari litium yang didapat dalam 1 bulan sekitar US\$64,260 apabila menggunakan harga jual US\$17,000 per ton, hasil ini hanyalah murni dari penjualan litiumnya saja, belum ditambah hasil penjualan listrik hasil panas buminya. Tentu berdasarkan perkiraan harga jual ini litium yang terlarut dalam air formasi geothermal memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Hasil ini hanya dilihat pada WKP Dieng saja. Untuk wilayah lain perlu dilakukan riset lebih lanjut mengenai kandungan litiumnya dan juga flowrate dari air formasinya.



IV. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini antara lain :

1. Pengekstraksian litiumnya dilakukan dengan metode adsorpsi dimana unsur litium yang terlarut dalam air formasi sebagai adsorbatenya dan adsorbentnya menggunakan lithium ion-sieves[⊖] (LIS) dan setelah itu akan dielusi dan direaksikan dengan HCl serta Na₂CO₃ untuk mendapatkan hasil akhir Li₂CO₃ sebagai bahan dasar baterai.
2. Litium yang dapat diekstraksikan berdasarkan data sekunder dari PLTP Dieng adalah sekitar 3780 kg/bulan yang apabila dijual dengan harga jual US\$ 17,000 per ton, akan didapat tambahan pendapatan sekitar US\$64,260.
3. Paper ini hanya sebatas studi pustaka berdasarkan penelitian terdahulu, perlu dikembangkan untuk mengetahui jenis Li-ion sieves yang cocok pada setiap lapangan agar mendapatkan hasil yang optimal. Kandungan litium yang terlarut dari setiap lapangan panas bumi juga tidak akan sama, oleh karena itu perlu juga dilakukan penelitian lanjutan terkait hal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyana; et al, "Model Pendayagunaan Energi Geotermal Entalpi Rendah (Direct-Use) Di Jawa Barat," *J. Ilmu dan Inov. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–23, 2017, doi: 10.24198/jiif.v1n1.3.
- [2] dan K. E. Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, "Pedoman Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi," p. 35, 2021, [Online]. Available: <https://gautamakarisma.wordpress.com/2010/05/28/prepare-for-kp-pltp-kamojang/>.
- [3] N. A. Insani, "Analisis Keekonomian Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Kapasitas Kecil Sistem Siklus Uap," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2019, doi: 10.32493/epic.v2i2.2911.
- [4] Ragimun, "Revitalisasi Investasi Pengembangan Energi Panas Bumi Di Indonesia," *Kaji. Ekon. Dan Keuang.*, vol. 17, no. Maret, pp. 1–24, 2013.
- [5] G. A. Kusuma *et al.*, "Analisa Efisiensi Thermal Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Lahendong Unit 5 Dan 6 Di Tomposo," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 123–134, 2018.
- [6] D. M. Flanagan and J. Robert D. Crangle, "2017 Minerals Yearbook," *U.S. Geol. Surv.*, no. April, pp. 84.1-84.4, 2020.
- [7] S. Murodjou, X. Yu, M. Li, J. Duo, and T. Deng, "Lithium Recovery from Brines Including Seawater, Salt Lake Brine, Underground Water and Geothermal Water," *Intech*, pp. 225–240, 2016, [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>.
- [8] C. Jiang, Y. Wang, Q. Wang, H. Feng, and T. Xu, "Production of lithium hydroxide from lake brines through electro-electrodialysis with bipolar membranes (EEDBM)," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 53, no. 14, pp. 6103–6112, 2014, doi: 10.1021/ie404334s.
- [9] C. T. Chiou, "Fundamentals of the Adsorption Theory," *Partit. Adsorpt. Org. Contam. Environ. Syst.*, no. October, pp. 39–52, 2003, doi: 10.1002/0471264326.ch4.
- [10] S. J. Suprpto, Suparno, and U. Yuliatin, "Potensi Kandungan Unsur Kimia Ekonomis Pada Larutan Panas Bumi Dengan Studi Kasus Di Pltp Dieng, Kabupaten Wonosobo Dan Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah," vol. 15, pp. 89–100, 2020.
- [11] A. H. Qurrahman, W. Wilopo, and H. T. Bayu, "Turbine Generator efficiency analysis in Geothermal Power Plant PT Geodipa Energi Unit Dieng.," *Conf. Senat. STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 5, no. November 2019, 2019, doi: 10.28989/senatik.v5i0.328.