

PRARANCANGAN PABRIK LITIUM HIDROKSIDA DARI LITIUM Klorida DAN Natrium Hidroksida Dengan Proses Kaustisasi Kapasitas 45.000 Ton Per Tahun

(Predesign of Lithium Hydroxide Plant from Lithium Chloride and Sodium Hydroxide by Causticization Process Capacity 45.000 Tons per Year)

Feby Aryanhi*, Dian Kartika, Syamsuddin Yani, Nurjannah

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5 Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Perkembangan teknologi baterai menjadi pendorong utama permintaan litium di masa depan karena peralihan sumber energi ke teknologi rendah emisi karbon. Analisa pasar menunjukkan permintaan litium hidroksida cenderung meningkat di masa depan. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas produksi dunia perlu ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan akan litium hidroksida. Pembuatan litium hidroksida dengan proses kaustisasi dilakukan dengan cara mereaksikan litium klorida dengan natrium hidroksida dalam reaktor alir tangki berpengaduk pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Utilitas yang diperlukan berupa air sebesar 12,82 m³/jam, listrik 582,86 kW, steam 70.388,2097 kg/jam, dan bahan bakar jenis minyak solar sebesar 71,8258 liter/jam. Modal tetap (*fixed capital*) yang diperlukan Rp 299 milyar, modal kerja (*working capital*) Rp 4,94 triliun, biaya produksi (*manufacturing cost*) Rp 15,8 triliun dan pengeluaran umum (*general expenses*) Rp 1,9 triliun. Hasil analisa ekonomi didapatkan nilai *Rate of Investment (ROI)* setelah pajak 31,80 %, *Break Event Point (BEP)* sebesar 23,12% dan *Discounted Cash Flow (DCF)* 39,325%.

Kata Kunci: Litium Hidroksida, Kaustisasi, Cilegon

Key Words : Lithium Hydroxide, Caustization, Cilegon

Abstract

The development of battery technology is the main driver of future lithium demand due to the shift in energy sources to low-carbon emission technologies. Market analysis shows that the demand of lithium hydroxide is prabable to increase in the future. Therefore, it is necessary to increase world production capacity to meet the need of lithium hydroxide. Making lithium hydroxide using the caustization process is carried out by reacting lithium chloride with sodium hydroxide in a continuous stirred tank reactor at 80°C and 1 atm. The are several utility requirements that will be used in this plant, such as 12.82 m³/hour of water, 582.86 kW of electicity, 70,388.2097 kg/hour of steam and 71.8258 liters/hour of fuel. The fixed capital required is IDR 299 billion, working capital IDR 4.94 trillion, production costs IDR 15.8 trillion and general expenses IDR 1.9 trillion. The results of the economic analysis showed that the Rate of Investment (ROI) after tax was 31.80%, Break Event Point (BEP) was 23.12% and Discounted Cash Flow (DCF) was 39.325%.

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :
jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**
febyaryanii16@gmail.com



Journal History
Paper received : 11 Maret 2024
Received in revised : 13 April 2024
Accepted : 15 Mei 2024

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki potensi besar industri hulu ke hilir dalam memenuhi kebutuhan baterai dunia. Pembangunan pabrik baterai saat ini menjadi salah satu pengembangan hilirisasi nikel di Indonesia. Perkembangan teknologi baterai menjadi pendorong utama permintaan litium di masa depan karena peralihan sumber energi ke teknologi rendah emisi karbon. Untuk memenuhi kebutuhan industri baterai dari hulu ke hilir di masa depan, Indonesia memerlukan bahan baku berupa industri litium hidroksida monohidrat ($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$). Analisa pasar menunjukkan permintaan litium hidroksida cenderung meningkat di masa depan. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas produksi dunia perlu ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan akan litium hidroksida.

Produsen baterai menyesuaikan rasio beberapa logam yang digunakan untuk memproduksi setiap komponen dalam baterai, termasuk nikel, kobalt, mangan, grafit, dan litium. Litium karbonat dan litium hidroksida adalah dua senyawa litium yang digunakan untuk produksi katoda baterai. Namun, litium hidroksida menghasilkan efisiensi lebih tinggi dalam produksi baterai dengan katoda NMC jika dibandingkan dengan litium karbonat [1]. Oleh karena itu perubahan permintaan litium mendorong produsen untuk memperluas produksi litium hidroksida dan mengalihkan proyek pertambangan ke arah pengembangan produksi litium hidroksida daripada litium karbonat. Secara umum pembuatan litium hidroksida dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

1. Elektrolisis

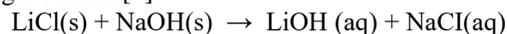
Litium hidroksida (LiOH) pada proses ini didapatkan dari hasil elektrolisis umpan larutan brine yang mengandung litium klorida (LiCl) dan natrium klorida (NaCl). Proses elektrolisis tersebut dilakukan menggunakan sel diafragma dengan daya sekitar >5.000 KWh/MT LiOH dengan efisiensi kurang dari 65% [2].

2. Pertukaran Ion

Resin penukar ion atau Ion Exchanger merupakan senyawa hidrokarbon terpolimerisasi yang mengandung ikatan silang (*crosslinking*) serta gugus-gugus fungsional yang mempunyai ion-ion yang dapat dipertukarkan. Sebagai zat penukar ion resin mempunyai karakteristik yang berguna antara lain kemampuan menggelembung (*swelling*), kapasitas penukaran dan selektivitas penukaran. Saat dikontakkan dengan resin penukar ion, maka ion terlarut dalam air akan terserap ke resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam kesetaraan yang ekuivalen, dengan melihat kondisi tersebut maka dapat mengatur jenis ion yang diikat dan dilepas [3].

3. Proses Kaustisasi

Lithium klorida dengan natrium hidroksida direaksikan untuk menghasilkan produk berupa padatan lithium hidroksida dan natrium klorida. Padatan tersebut kemudian disaring dan dilanjutkan ke tahap pelelehan di mana litium hidroksida akan dipisahkan dari produk samping berupa natrium klorida. Produk lithium hidroksida anhidrat selanjutnya didinginkan dengan cepat melalui proses quenching kemudian dipadatkan menggunakan evaporator dan diproses pada crystallizer untuk membentuk kristal lithium hidroksida monohidrat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut [4]:



Tabel 1. Perbandingan Proses Pembuatan Litium Hidroksida

Uraian	Metode Elektrolisis	Metode Pertukaran Ion	Metode Kaustisasi
Aspek Teknik			
Temperatur	25°C	25°C	80°C
Tekanan (atm)	1	1	1
Yield	65%	90%	99%
Reaksi Samping	Ada	Ada	Ada
Aspek Ekonomi			
Biaya Peralatan	Tinggi	Tinggi	Rendah
Biaya Bahan Baku	Rendah	Rendah	Rendah
Energi	Tinggi	Tinggi	Rendah
Aspek Lingkungan Hidup			
Penggunaan Asam	Rendah	Tinggi	Rendah

Pembuatan litium hidroksida pada prarancangan pabrik ini menggunakan bahan baku berupa litium klorida dan natrium hidroksida. Proses yang digunakan yaitu proses kaustisasi litium klorida dengan natrium hidroksida. Pemilihan proses tersebut berdasarkan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses kaustisasi litium klorida dengan natrium hidroksida dapat menghasilkan produk dengan kemurnian 99%.
2. Proses dan peralatan yang digunakan relatif sederhana sehingga dapat meminimalisasi biaya produksi.
3. Berdasarkan aspek ekonomi dan lingkungan lebih rendah dibandingkan dengan metode lainnya, sehingga biaya yang digunakan lebih rendah dan dampak buruk ke lingkungan juga lebih rendah.

Kapasitas produksi diperoleh dengan menganalisa kapasitas pabrik yang telah didirikan oleh beberapa perusahaan di dunia. Kapasitas produksi diharapkan berada di atas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang telah beroperasi. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah berdiri telah melakukan analisis ekonomi mengenai kapasitas yang sesuai dan memberikan keuntungan. Berikut data kapasitas produksi pabrik litium hidroksida di dunia [5].

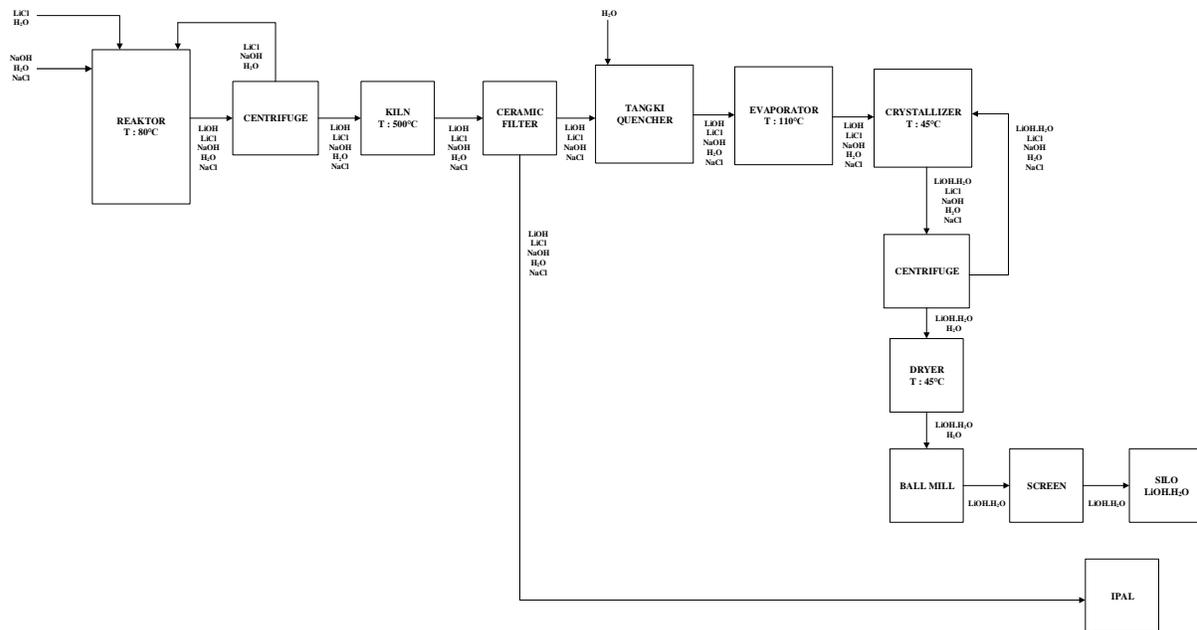
Tabel 2. Data Kapasitas Produksi Pabrik Litium Hidroksida di Dunia

Produsen	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Albemarle	Australia	65.000
Ganfeng	China	50.000
Tianqi	Australia	48.000
Posco	Korea	40.000
Livent	USA	15.000

(Sumber : <https://www.mordorintelligence.com>; <https://www.verifiedmarketresearch.com>)

Berdasarkan data kapasitas pabrik litium hidroksida yang tertera pada tabel di atas, dapat dilihat kapasitas produksi minimum sebesar 15.000 Ton/Tahun yang diproduksi oleh Livent, USA sedangkan kapasitas terbesar yaitu 65.000 Ton/Tahun yang diproduksi oleh Albermarle, Australia. Hal ini menjadi pertimbangan pada pra rancangan pabrik litium hidroksida kapasitas 45.000 Ton/Tahun di Indonesia.

PEMBUATAN LITIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES KAUSTISASI



Gambar 1. Diagram Alir Kualitatif

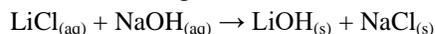
Gambar 1 merupakan diagram alir kualitatif proses pembuatan litium hidroksida dari litium klorida dan natrium hidroksida dengan proses kaustisasi. Adapun penjelasan dari diagram tersebut dapat dijelaskan pada tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan Bahan

Proses pembuatan litium hidroksida ini membutuhkan bahan yang terdiri dari litium klorida dan natrium hidroksida. Larutan litium klorida 40% disimpan di dalam Tangki-01 atau tangki penyimpanan litium klorida (T-01) dengan suhu penyimpanan 30°C dan tekanan 1 atm, kemudian larutan litium klorida dilewatkan ke dalam *Heater* (H-01) untuk menaikkan suhu larutan menjadi 80°C. Larutan natrium hidroksida 48% disimpan di dalam Tangki-02 atau tangki penyimpanan natrium hidroksida (T-02) dengan suhu penyimpanan 30°C dan tekanan 1 atm, kemudian larutan natrium hidroksida dilewatkan ke dalam *Heater* (H-02) untuk menaikkan suhu larutan menjadi 80°C.

2. Tahapa Reaksi

Larutan litium klorida dan natrium hidroksida dialirkan ke dalam Reaktor-01 (R-01). Pada reaktor reaksi terjadi pada suhu 80°C dengan proses kaustisasi sebagai berikut:



Keluaran dari Reaktor-01 (R-01) memiliki bentuk berupa *slurry* yang terdiri dari produk utama, produk samping, dan reaktan yang belum bereaksi. Produk utama yang dihasilkan yaitu litium hidroksida (*solid*), sedangkan produk samping berupa natrium klorida (*solid*). Pada keluaran Reaktor-01 (R-01) terdapat reaktan sisa yang terdiri dari litium klorida dan natrium hidroksida dengan fase *aqueous*.

3. Tahap Pemurnian Produk

Produk keluaran reaktor akan dilakukan proses separasi dan purifikasi, dimana separasi yang dilakukan menggunakan rangkaian *solid-liquid separation*. Keluaran reaktor kemudian dialirkan menuju *Centrifuge-01* (CF-01) untuk pemisahan awal produk yang terbentuk (LiOH dan NaCl) berfase solid dari reaktan sisa (LiCl dan NaOH) yang berfase *aqueous*. Larutan tersebut akan didaur ulang menuju reaktor (R-01). Padatan yang telah dipisahkan (LiOH dan NaCl) dipindahkan menuju Kiln (K-01) dengan menggunakan suhu 500°C untuk proses penguapan sisa air yang masih terkandung dalam padatan dan juga untuk proses pelelehan padatan LiOH. Pada suhu 500°C, LiOH meleleh sedangkan NaCl masih berupa padatan sehingga untuk proses pemisahan lelehan tersebut disaring menggunakan *Ceramic Filter* (F-01) yang tahan panas. Padatan NaCl kemudian ditampung di Silo-01 atau penampungan produk samping natrium klorida (SL-01). Lelehan LiOH dimasukkan ke dalam tangki *Quencher* (Q-01) untuk didinginkan sekaligus dilarutkan untuk membentuk larutan LiOH menggunakan air dengan suhu 30°C.

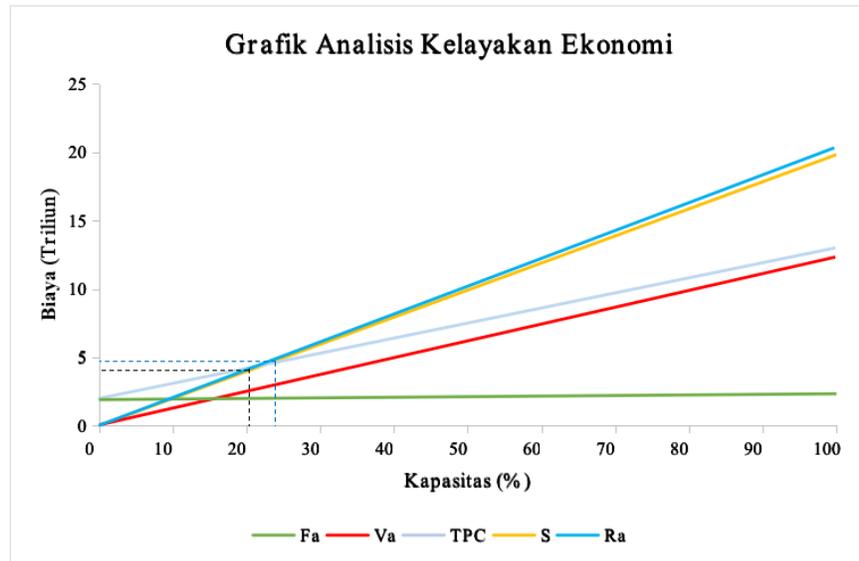
Larutan LiOH kemudian dipekatkan dengan *Evaporator* (E-01) pada suhu 110°C. Pada suhu tersebut sebagian air menguap sehingga terbentuk larutan pekat. Larutan pekat tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam *Crystallizer* (CR-01) untuk dilakukan proses kristalisasi. Larutan yang mengandung kristal LiOH akan dialirkan ke *Centrifuge-02* (CF-02) untuk memisahkan kristal dari *mother liquor* yang akan didaur ulang kembali ke *Crystallizer* (CR-01). Padatan atau kristal LiOH keluaran *Centrifuge-02* (CF-02) selanjutnya dimasukkan ke *Dryer* (D-01) untuk dilakukan pengeringan dengan suhu 45°C. Keluaran dari *Dryer* (D-01) ini menghasilkan litium hidroksida dengan kemurnian 99%. Ukuran produk litium hidroksida akan direduksi melalui proses *size reduction* untuk mendapatkan produk dengan ukuran partikel yang diinginkan. Hasil produk dengan ukuran yang sesuai kemudian diangkut menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) menuju tempat penyimpanan Silo-02 atau penampungan produk akhir litium hidroksida (SL-02).

ANALISA EKONOMI

Perhitungan analisa ekonomi digunakan untuk menentukan apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Beberapa faktor yang perlu ditinjau untuk menentukan layak atau tidaknya suatu pabrik yaitu *Rate of Investment* (ROI), *Break Event Point* (BEP), dan *Discounted Cash Flow* (DCF)[6][7]. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian pabrik litium hidroksida dibutuhkan modal tetap sebesar (*fixed capital*) Rp 299.232.202.289, modal kerja (*working capital*) Rp 4.940.985.581.996, biaya produksi (*manufacturing cost*) Rp 15.807.001.781.472 dan pengeluaran umum (*general expenses*) Rp 1.931.197.458.344. Harga jual produk sebesar Rp 19.821.312.000.000 per tahun, dengan keuntungan sebelum pajak Rp 2.083.112.760.184 per tahun dan sesudah pajak Rp 1.666.490.208.147 per tahun.

Profitabilitas meliputi *Rate of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 39,75% dan sesudah pajak 31,80 %, *Pay of Time* (POT) sebelum pajak 0,14 tahun dan setelah pajak 0,18 tahun, *Break Event Point* (BEP) sebesar

23,12% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 39,325%. Berdasarkan pertimbangan teknik dan hasil perhitungan analisis ekonomi di atas, maka pabrik litium hidroksida berkapasitas 45.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.



Gambar 2. Grafik Analisis Kelayakan Ekonomi

----- = BEP

----- = SDP

KESIMPULAN

Prarancangan pabrik litium hidroksida dari litium klorida dan natrium hidroksida dengan proses kaustisasi kapasitas 45.000 ton per tahun direncanakan memiliki bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staf, membutuhkan tenaga kerja sebanyak 122 orang. Utilitas yang diperlukan berupa air sebesar 12,82 m³/jam, listrik 582,86 kW, steam 70.388,2097 kg/jam, dan bahan bakar jenis minyak solar sebesar 71,8258 liter/jam. Berdasarkan hasil analisa ekonomi didapatkan nilai *Rate of Investment* (ROI) setelah pajak 31,80 %, *Break Event Point* (BEP) sebesar 23,12% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 39,325%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kirk-Othmer., 2001, "Encyclopedia Of Chemical Technology", John Wiley & Sons., New York.
- [2] Reza, M., Hari, K., Adelwin, W.O., 2021, *Desain Proyek Litium Hidroksida Monohidrat dari Litium Klorida dan Natrium Hidroksida Dengan Proses Kaustisasi*. Surabaya: Universitas Surabaya.
- [3] Sumarno, Ratnawati., dan A. Nugroho, 2012, "Recovery Garam Lithium Dari Air Asin (Brine) Dengan Metode Presipitasi". *Jurnal Fakultas Teknik Kimia: Universitas Diponegoro*.
- [4] Sharma, 2018, "Production of Lithium Hydroxide", US9988279B2, issued 2014.
- [5] <https://www.mordorintelligence.com>; <https://www.verifiedmarketresearch.com>
- [6] La, Ifa. Dan Nurdjannah, 2019, "Ekonomi Pabrik". Wade Group National Publishing.
- [7] Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation", McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.