

Perkembangan mobil listrik menjadi pendorong berkembangnya industri baterai. Hal tersebut berdampak pada peningkatan permintaan bahan baku proses, salah satunya adalah litium. Meningkatnya permintaan tersebut harus diimbangi dengan persediaan yang ada dipasaran. Akan tetapi, hingga saat ini kebutuhan tersebut masih belum dapat dipenuhi. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri bagi industri baterai. Menyikapi hal tersebut, perkembangan teknologi pengambilan litium dari alam maupun daur ulang terus dikembangkan. Salah satu sumber alam yang memiliki potensi tinggi adalah *geothermal brine*. Salah satu proses yang berpotensi dalam proses pemulihan litium yaitu *forward osmosis* (FO). *Forward osmosis* (FO) merupakan proses pemisahan air, dengan menggunakan membran semipermeabel untuk memisahkan air dari zat terlarutnya. Adapun *driving force* proses pemisahan ini adalah beda potensial kimia antar cairan yang dipisahkan membran semipermeabel.

Dalam riset ini, sistem operasi yang digunakan bersifat *closeloop*, dengan konfigurasi aliran *crossflow* serta membran berbasis selulosa asetat (CTA). Proses pemisahan berlangsung $\pm 2,5$ jam, pengambilan data perubahan massa dilakukan setiap 5 menit, sedangkan konsentrasi pada badan cairan umpan dilakukan pada awal dan akhir proses. Umpan *geothermal brine* yang digunakan dalam riset merupakan sampel sintesis, dengan melarutkan sejumlah garam klorida seperti LiCl, NaCl, KCl, MgCl₂, dan CaCl₂. Fokus dalam riset ini adalah mencari kondisi operasi optimum pada proses *forward osmosis* (FO).

Parameter yang akan dioptimalkan meliputi suhu, konsentrasi *draw solution*, serta laju alir. Variasi suhu operasi yang digunakan adalah 30, 36, dan 42°C, variasi konsentrasi *draw solution* digunakan 1, 2, dan 5M, sedangkan variasi laju alir yang digunakan adalah 2, 3, dan 4 LPH. Hasil optimum dicapai pada suhu 42°C, konsentrasi *draw solution* 5M, dan laju alir 4 LPH. Perolehan fluks air tertinggi dicapai pada 68,47 LMH, rasio konsentrasi ternormalisasi 3,31, serta rejeksi terlarut rerata 79,25. Selain kondisi operasi tersebut, model aktivitas (persamaan Pitzer) menunjukkan hasil yang lebih unggul dibandingkan dengan model sederhana (persamaan Van't Hoff) dalam menjelaskan fenomena *forward osmosis* (FO).

Kata kunci: Baterai; *Forward Osmosis*; *Geothermal brine*; Litium; Optimasi

The development of electric cars is the driving force for the development of the battery industry. This has an impact on increasing demand for process raw materials, one of which is lithium. The increase in demand must be balanced with existing supplies in the market. However, until now this need has not been met. This condition is a challenge in itself for the battery industry. In response to this, technological developments in taking lithium from nature and recycling continue to be developed. One of the natural resources that has high potential is geothermal brine. One of the potential processes in the recovery process of lithium is forward osmosis. Forward osmosis (FO) is a water separation process, using a semipermeable membrane to separate water from its solutes. The driving force of this separation process is the chemical potential difference between the fluids separated by a semipermeable membrane.

In this research, the operating system used is close-loop, with a crossflow flow configuration and a cellulose acetate (CTA) based membrane. The separation process lasts ± 2.5 hours, the data collection of mass changes is carried out every 5 minutes, while the concentration in the feed fluid body is carried out at the beginning and end of the process. The geothermal brine feed used in the research is a synthetic sample, by dissolving a number of chloride salts such as LiCl, NaCl, KCl, MgCl₂, and CaCl₂. The focus of this research is to find the optimum operating conditions in the forward osmosis (FO) process.

The parameters to be optimized include temperature, draw solution, and flow rate. The variations in operating temperature used were 30, 36, and 42°C, variations in the concentration of the solution used were 1, 2, and 5M, while the variations in the flow rate used were 2, 3, and 4 LPH. The optimum results were achieved at a temperature of 42°C, a concentration of 5M draw solution, and a flow rate of 4 LPH. The attainment flux was at 68.47 LMH, the normalized concentration ratio was 3.31, and the mean salt rejection was 79.25. Apart from these operating conditions, the activity model (Pitzer's equation) shows superior results compared to the simple model (Van't Hoff's equation) in explaining the forward osmosis phenomenon.

Keywords: Battery; Forward Osmosis; Geothermal Brine; Lithium; Optimization