

INTISARI

Lumpur silika geotermal merupakan limbah *sludge* utama dari kegiatan pembangkit listrik tenaga panas bumi dari PT Geodipa Energi Dieng. PT Geodipa Energi Dieng menghasilkan lumpur silika geotermal 3000 ton/tahun. Lumpur silika geothermal memiliki kandungan *valuable element* yang cukup tinggi salah satunya adalah silikon (Si). Berbagai studi telah dilakukan untuk memproduksi logam silikon dari lumpur silika geotermal diantaranya menggunakan metode *carbothermic*, *magnesiothermic* dan lain-lain. Dimana proses yang telah ada, memiliki jejak karbon 4,7 kg CO₂/kg Si hingga 16 kg CO₂/kg Si. Pada penelitian ini, metode elektrokimia digunakan untuk memproduksi logam silikon dari lumpur silika geotermal yang tidak menghasilkan jejak karbon.

Pada penelitian ini, metode *direct electrochemical reduction* digunakan untuk memproduksi logam silikon dari lumpur silika geotermal. Sampel lumpur silika geotermal berasal dari PT Geodipa Energi, Dieng, Indonesia dimana mengandung silika (SiO₂) yang tinggi. Sebelum dilakukan tahapan pengujian elektrolisis, sampel dikarakterisasi dengan beberapa alat analisis (XRD dan XRF) untuk menentukan komposisi kimia dan mineraloginya. Proses elektrolisis dengan larutan elektrolit NaOH-lumpur silika geothermal dengan rasio berat antara NaOH:SiO₂ yaitu 1:1 w/w. Variasi densitas arus dan suhu dilakukan untuk menentukan operasi optimum pada proses elektrolisis lumpur silika geotermal.

Selanjutnya, produk elektrolisis yaitu endapan logam silikon pada katoda dianalisis menggunakan efisiensi faradaic. Hasil penelitian menunjukkan elektrolisis optimum diperoleh sebesar 98% pada suhu 70°C dan densitas arus 400 A/m². Parameter kinetika dianalisa pada densitas arus 800 A/m² yaitu koefisien reaksi kimia (k_f) dan koefisien tranfer katoda (α_c) masing-masing sebesar $1,7636 \times 10^{-7}$ menit⁻¹ dan 0,2137.

Kata kunci: lumpur silika geotermal, elektrolisis logam, logam silikon, pemodelan kinetika.

ABSTRACT

PT Geodipa Energi Dieng produces geothermal silica sludge, a well-known waste byproduct of geothermal power generation, at a rate of about 3000 tons annually. This geothermal silica sludge contains notably high concentrations of important components, with silicon (Si) being a main constituent. Numerous investigations have been carried out to investigate various techniques for removing silicon from geothermal silica sludge, such as carbothermic and magnesiothermic procedures. The current study uses an electrochemical technique to separate silicon compounds from geothermal silica sludge, which is considered a possible fuel source for metal fuel applications and a future ecologically friendly energy source.

This study aims to evaluate the feasibility of using the direct electrochemical reduction method to produce silicon metal from geothermal silica sludge. Geothermal silica sludge samples are obtained from PT Geodipa Energi in Dieng, Indonesia, and subjected to X-ray fluorescence (XRF) and X-ray diffraction (XRD) examinations to ascertain their mineralogical and chemical composition. A geothermal silica sludge electrolyte solution with a 4 M NaOH concentration is used to conduct the electrolysis process. Temperature and current density variations are methodically investigated to determine the ideal operating parameters for the geothermal silica sludge electrolysis process.

The electrolysis product—silicon metal deposition using Faradaic efficiency on the cathode—is examined. This examination provides insights into the mass of the product for gravimetric assessment as well as the Faradaic efficiency of the electrolysis process. From this study the best of faradaic efficiency is 98% with temperature of 70°C and a current density of 400 A/m². A greater current density of 800 A/m² is also used to investigate kinetic characteristics, showing important values like as the cathode transfer coefficient (α_c) and chemical reaction rate coefficient (k_p), which are found to be $1.7636 \times 10^{-7} \text{ minute}^{-1}$ and 0.2137.

Keywords: *geothermal sludge, electrolysis, silicon metal, kinetic model of electrolysis.*