

INTISARI

Nanosilika atau nano-SiO₂ adalah bubuk putih yang terbuat dari bubuk silika amorf dengan kemurnian tinggi. Nanosilika juga merupakan nanomaterial yang diproduksi dalam skala besar untuk digunakan sebagai kosmetik, toner printer, dan *food additive*. Selain itu, nanosilika juga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti kesehatan & obat-obatan, plastik, beton, elektronik, pertanian, gypsum, baterai, dan lain-lain.

Pasar nanosilika global diperkirakan akan tumbuh dari \$3,18 miliar pada tahun 2020 menjadi \$3,61 miliar pada tahun 2021 dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 13,47%. Di Indonesia sendiri, belum ada pabrik yang memproduksi nanosilika, sehingga akan dibangun pabrik nanosilika dengan kapasitas produksi 3.000 ton/tahun. Pabrik nanosilika ini direncanakan akan didirikan di Jogowedanan, Selomerto, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Hal ini dipertimbangkan berdasarkan ketersediaan bahan baku berupa limbah *geothermal silica* dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTPB) milik PT Geo Dipa Energi yang melimpah di Dieng, Wonosobo.

Proses yang terjadi terbagi menjadi lima tahap besar yaitu Tahap preparasi bahan baku, pencucian *geothermal silica*, pembuatan larutan Na₂SiO₃, pembentukan nanosilika, dan pemurnian nanosilika. Bahan baku yang digunakan berupa limbah *geothermal silica* sebanyak 5306,40 ton/tahun, NaOH sebanyak 33137,40 ton/tahun, dan H₂SO₄ sebanyak 45121,06 ton/tahun. Tahap berikutnya pencucian *geothermal silica* dengan air panas pada *mixer* (M-01) pada suhu 80°C. Proses kemudian berlanjut ke tahap grinding dengan menggunakan *ball mill* (GR-01) yang dilanjutkan dengan *screening*. Proses dilanjutkan dengan pencucian menggunakan asam H₂SO₄ 0,5 M pada reaktor alir tangki berpengaduk (R-01). *Geothermal silica* kemudian dinetralisasi hingga diperoleh *slurry*. Padatan yang berhasil dipisahkan kemudian dikeringkan pada *rotary dryer* (DE-01) sehingga diperoleh PGS-A (Purified Geothermal Silica – Acid). Larutan natrium silikat (NS) yang akan digunakan pada proses pembuatan partikel nanosilika dibuat dengan cara mereaksikan PGS-A dan natrium hidroksida 3,8 M yang telah dibuat pada mixer (M-05) pada reaktor alir tangki berpengaduk (R-03) dengan suhu 80°C. Larutan kemudian diencerkan menjadi natrium silikat sekunder (NS-S) dan natrium silikat primer (NS-P). Larutan nanosilika sekunder yang telah terbentuk kemudian dipanaskan hingga suhu 80°C untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam reaktor alir tangki berpengaduk (R-04) untuk dicampurkan dengan asam sulfat 3% hingga diperoleh pH yang diinginkan yaitu pH 8. Kemudian dilakukan proses penguatan struktur nanosilika menggunakan mekanisme *Ostwald ripening* yang dilakukan dengan penambahan silikat aktif berupa larutan natrium silikat primer pada reaktor 4 (R-04). Padatan nanosilika disaring dan dikeringkan hingga diperoleh produk NPGS (*Nano Particle Geothermal Silica*).

Total kebutuhan air pada pabrik yaitu sebesar 268933,47 kg/jam dan kebutuhan listrik yang dibutuhkan pabrik adalah sebesar 1000 kW. Dalam menjalankan produksinya, pabrik ini membutuhkan beberapa tanggungan biaya dan investasi yang dibutuhkan pabrik sebesar \$ 35.721.534,38 untuk fixed capital, \$ 185.621.627,72 + Rp 7.204.800.000,00 untuk manufacturing cost, \$ 40.100.450,37 untuk working capital dan \$ 37.256.807,49 untuk general expenses. Disisi lain pabrik

akan mendapatkan pendapatan dari sales sebesar \$ 239.931.143,92. Pabrik ini tergolong dalam pabrik berjenis industri petrokimia high risk dengan nilai ROIB sebesar 46,34%, ROIA sebesar 27,80%, POTb 1,77 tahun POTa 2,65 Tahun, BEP sebesar 50,60%, SDP sebesar 30,62% dan DCFRR sebesar 24,80% . Berdasarkan evaluasi ekonomi tersebut, dapat disimpulkan bahwa dari segi nilai-nilai evaluasi ekonomi pabrik ini menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: nanosilika, silika geothermal, kopresipitasi

ABSTRACT

Nanosilica or nano-SiO₂ is a white powder made of high-purity amorphous silica powder. Nanosilica is also a nanomaterial that is produced on a large scale for use as cosmetics, printer toners, and food additives. In addition, nanosilica is also widely used in various applications such as health & medicine, plastics, concrete, electronics, agriculture, gypsum, batteries, and others.

The global nanosilica market is expected to grow from \$3.18 billion in 2020 to \$3.61 billion in 2021 at a compound annual growth rate (CAGR) of 13.47%. In Indonesia alone, there is no factory that produces nanosilica, so a nanosilica factory will be built with a production capacity of 3,000 tons/year. The nanosilica factory is planned to be established in Jogowedanan, Selomerto, Kabupaten Wonosobo, Wonosobo Regency, Central Java Province. This is considered based on the availability of raw materials in the form of sludge waste from the Geo Dipa Energi Geothermal Power Plant (PLTPB) which is abundant in the area.

The raw materials used are geothermal silica waste as much as 5306.00 tons/year, NaOH 33137.40 tons/year, and H₂SO₄ as much as 45121.06 tons/year. The process that occurs is the washing of geothermal silica with hot water in a mixer (M-01) at a temperature of 80°C. The process then continues to the grinding stage using a ball mill (GR-01) followed by screening. The process was continued by washing using 0.5 M H₂SO₄ acid in a continuous stirred-tank reactor (R-01). The geothermal sludge is then neutralized to obtain a slurry. The solids that were successfully separated were then dried in a rotary dryer (E-01) to obtain PGS-A (Purified Geothermal Silica – Acid). The sodium silicate (NS) solution that will be used in the process of making nanosilica particles is made by reacting PGS-A and 3.8 M sodium hydroxide which has been made in a mixer (M-05) in a continuous stirred-tank reactor (R-03) at a temperature of 80°C. The solution was then diluted into secondary sodium silicate (NS-S) and primary sodium silicate (NS-P). The secondary nanosilica solution that has been formed is then heated to a temperature of 80°C and then put into a continuous stirred-tank reactor (R-03) to be mixed with 3% sulfuric acid until the desired pH is obtained, namely pH 8. Then the process of strengthening the nanosilica structure is carried out using Ostwald ripening mechanism is done by adding active silicate in the form of primary sodium silicate solution on R-04. The nanosilica solids were filtered and dried to obtain NPGS (Nano Particle Geothermal Silica) products.

The total water demand at the factory is 268933,47 kg/hour and the electricity required for the factory is 1000 kW. In carrying out its production, this factory requires several costs and the investment required by the factory is \$ 35,721,534.38 for fixed capital, \$ 185,621,627.72 + Rp 7,204,800,000.00 for manufacturing costs, \$ 40,100,450.37 for working capital and \$37,256,807.49 for general expenses. On the other hand, the factory will get revenue from sales of \$239,931,143.92. This factory is classified as a high risk petrochemical industry with an ROI_b of 46.34%, ROI_a of 27.80%, POT_b of 1.77 years, POT_a of 2.65 years, BEP of 50.60%, SDP of 30.62%. and DCFRR of 24.80% . Based on the economic evaluation, it can be concluded that in terms of the economic evaluation values of

this factory, it is interesting and deserves to be studied further.

Keywords: nano silica, geothermal silica, coprecipitation