

Pembentukan Padatan Silika dari reaksi CO₂ dengan Larutan Natrium Silikat (Na₂SiO₃) yang Terdapat dalam Limbah Hasil Pengolahan Coal Fly Ash

Oleh

La Tansa Pramesti Dewi

21/491012/PTK/1497

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 28 Agustus 2024 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Magister Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Kebutuhan silika diperkirakan terus meningkat setiap tahunnya karena memiliki banyak sekali manfaat di bidang industri maupun lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan, silika dapat dihasilkan dari reaksi larutan natrium silikat (Na₂SiO₃) dengan CO₂. Natrium silikat dapat berasal dari hasil *leaching* NaOH terhadap *coal fly ash* (CFA). Silika merupakan salah satu komponen *coal fly ash* yang paling dominan jumlahnya. Pemanfaatan larutan Na₂SiO₃ dari limbah hasil reaksi NaOH dengan *coal fly ash* sebagai bahan baku pembentukan silika menggunakan gas CO₂ merupakan pendekatan yang menjanjikan.

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa larutan Na₂SiO₃ yang berasal dari limbah hasil reaksi NaOH dengan *coal fly ash*. Gas CO₂ digelembungkan hingga terjadi kontak dengan larutan Na₂SiO₃, kemudian padatan yang terbentuk dianalisis untuk mengetahui jumlah dan fasa mineral serta efisiensi pembentukan padatan silika. Konsentrasi larutan Na₂SiO₃ divariasikan pada 33%, 25%, 20%, dan 16%, sedangkan laju alir gas CO₂ divariasikan ada 2 L/menit, 3 L/menit, dan 4 L/menit.

Hasil analisis XRD menunjukkan konsentrasi larutan Na₂SiO₃ semakin tinggi, efisiensi pembentukan padatan SiO₂ yang dihasilkan semakin meningkat. Efisiensi pembentukan padatan SiO₂ paling tinggi didapatkan pada konsentrasi larutan Na₂SiO₃ 33% sebesar 85,85%. Pada variasi laju alir gas CO₂, efisiensi pembentukan SiO₂ paling tinggi didapatkan pada laju alir gas CO₂ 3 L/menit sebesar 80,36%. Reaksi larutan Na₂SiO₃ dengan CO₂ menghasilkan padatan SiO₂ amorf dan mineral karbonat meliputi natrium karbonat, natrium bikarbonat, termonatrit, dan trona. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan Na₂SiO₃, maka semakin banyak jumlah padatan SiO₂ amorf. Jumlah padatan SiO₂ paling tinggi didapatkan pada konsentrasi larutan Na₂SiO₃ 16% sebesar 88,2%. Sementara pada laju alir gas CO₂ pada 4 L/menit menunjukkan jumlah SiO₂ yang paling banyak terbentuk yaitu 43,8%.

Kata kunci: Konsentrasi larutan Na₂SiO₃, Laju alir gas CO₂, Natrium silikat, Silika.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Widya Rosita, S.T., M.T., IPU.

Pembimbing Pendamping : Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, S.T., M.E, D.Eng



The Formation of Silica Solids from the Reaction of CO₂ with Sodium Silicate (Na₂SiO₃) Solution Present in Waste Derived from Coal Fly Ash Processing.

by

La Tansa Pramesti Dewi

21/491012/PTK/1497

Submitted to the Department Nuclear Engineering and Engineering Physics,
Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada on August 28, 2024 in partial
fulfillment of the requirement for the degree of Master of Engineering in
Engineering Physics

ABSTRACT

The demand for silica is expected to increase annually due to its numerous benefits in both industrial and environmental fields. Several studies have shown that silica can be produced from the reaction of sodium silicate (Na₂SiO₃) solution with CO₂. Sodium silicate can be derived from the leaching of NaOH on coal fly ash (CFA). Silica is one of the most dominant components in coal fly ash. Utilizing the Na₂SiO₃ solution from the waste product of NaOH and coal fly ash reactions as a raw material for silica formation using CO₂ gas is a promising approach.

This study uses Na₂SiO₃ solution as a raw material, derived from the waste of NaOH reactions with coal fly ash. CO₂ gas is bubbled through the solution to initiate contact, and the formed solids are then analyzed to determine the quantity, mineral phase, and efficiency of silica solid formation. The concentration of the Na₂SiO₃ solution was varied at 33%, 25%, 20%, and 16%, while the CO₂ gas flow rate was varied at 2 L/min, 3 L/min, and 4 L/min.

The XRD analysis results show that as the concentration of Na₂SiO₃ solution increases, the efficiency of SiO₂ solid formation also increases. The highest efficiency of SiO₂ solid formation was achieved at Na₂SiO₃ solution concentration of 33 %, with an efficiency of 85.85 %. In the variation of CO₂ gas flow rate, the highest efficiency of SiO₂ formation was obtained at a CO₂ gas flow rate of 3 L/min, with an efficiency of 80.36 %. The reaction between the Na₂SiO₃ solution and CO₂ produces amorphous SiO₂ solids and carbonate minerals, including sodium carbonate, sodium bicarbonate, thermonatrite, and trona. The study results indicate that as the concentration of Na₂SiO₃ solution increases, the amount of amorphous SiO₂ solids. The highest amount of SiO₂ solids was obtained at an Na₂SiO₃ solution concentration of 16 %, amounting to 88.2 %. Meanwhile, at a CO₂ gas flow rate of 4 L/min, the highest amount of SiO₂ formed was 43.8 %.

Keywords: *Concentration of Na₂SiO₃ solution, CO₂ gas flow rate, Sodium silicate, Silica.*

Supervisor : Dr. Ir. Widya Rosita, S.T., M.T., IPU.

Co-Supervisor : Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, S.T., M.E., D.Eng

