

PEMANFAATAN SODIUM SILIKAT (Na_2SiO_3) DAN LIMBAH PADAT PEMBAKARAN BATU BARA SEBAGAI BAHAN BAKU GEOPOLIMER PADA PROSES SEMENTASI LIMBAH RADIOAKTIF

Fikri Riyadi Ulhaq

20/460464/TK/51053

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 10 Oktober 2024
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Limbah radioaktif yang dihasilkan oleh industri nuklir menjadi permasalahan kehidupan manusia. Setiap tahun, limbah radioaktif mengalami peningkatan kuantitas sehingga diperlukan pengolahan limbah radioaktif. Metode yang sering digunakan dalam pengolahan limbah radioaktif yaitu metode imobilisasi. Umumnya, sementasi limbah nuklir menggunakan *Ordinary Portland Cement* (OPC). Namun, OPC memiliki dampak negatif untuk lingkungan karena menghasilkan CO_2 yang tinggi pada proses produksinya. Oleh karena itu, digunakan material lain untuk imobilisasi limbah radioaktif salah satunya menggunakan geopolimer.

Geopolimer adalah variasi jenis beton dengan bahan campuran yaitu limbah *coal fly ash* atau *bottom ash* dengan penambahan larutan alkali aktivator (NaOH dan Na_2SiO_3) sebagai pengaktif reaksi geopolimerisasi. Penentuan variasi geopolimer juga dilakukan untuk mendapatkan variasi optimum sebagai media pengungkung dan pengikat limbah radioaktif. Variasi tersebut antara lain variasi jenis *ash* (*fly ash*, *fly ash* + *bottom ash*, dan *bottom ash*), variasi konsentrasi larutan NaOH (5M, 10M, dan 15M), dan variasi rasio massa larutan $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ (0,25; 0,5; dan 1).

Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi komposisi silika pada *coal fly ash* dan *bottom ash* serta larutan Na_2SiO_3 maka semakin tinggi pula nilai kuat tekannya dan penggunaan ukuran partikel serta jenis *ash* mempengaruhi *workability* pembentukan geopolimer. Variasi terbaik geopolimer didapatkan dengan penggunaan *coal fly ash* ditambah larutan NaOH 10M dengan nilai kuat tekan 19,0326 MPa. Semua variasi pada penelitian ini masih belum memenuhi standar regulasi penyimpanan limbah radioaktif padat menurut *International Atomic Energy Agency* (IAEA) yaitu 20 MPa-50 MPa.

Kata kunci: Geopolimer, *fly ash*, *bottom ash*, Na_2SiO_3 , NaOH

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

Pembimbing Pendamping : Dr.Ing. Ir. Kusnanto



Utilization of Sodium Silicate and Coal Combustion Solid Waste as Geopolymer in the Process of Radioactive Waste Cementation

Fikri Riyadi Ulhaq

20/460464/TK/51053

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 10 October 2024
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Radioactive waste generated by the nuclear industry is a problem for human life. Every year, radioactive waste increases in quantity so that radioactive waste treatment is needed. The method often used in radioactive waste treatment is the immobilization method. Generally, nuclear waste cementation uses Ordinary Portland Cement (OPC). However, OPC has a negative impact on the environment because it produces high CO_2 in the production process. Therefore, other materials are used for radioactive waste immobilization, one of which uses geopolymers.

Geopolymer is a variation of concrete type with mixed materials, namely coal fly ash or bottom ash waste with the addition of alkaline activator solutions (NaOH and Na_2SiO_3) as an activator of the geopolymerization reaction. Determination of geopolymer variations is also carried out to obtain the optimum variation as a radioactive waste confinement and binding medium. These variations include variations in ash type (fly ash, fly ash + bottom ash, and bottom ash), variations in NaOH solution concentration (5M, 10M, and 15M), and variations in $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ solution mass ratio (0.25; 0.5; and 1).

The results showed that the higher the silica composition in coal fly ash and bottom ash as well as Na_2SiO_3 solution, the higher the compressive strength value and the use of particle size and type of ash affect the workability of geopolymer formation. The best variation of geopolymer was obtained by using coal fly ash plus 10M NaOH solution with a compressive strength value of 19.0326 MPa. All variations in this study still do not meet the regulatory standards for solid radioactive waste storage according to the International Atomic Energy Agency (IAEA), which is 20 MPa-50 MPa.

Keywords: Geopolymer, fly ash, bottom ash, Na_2SiO_3 , NaOH

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

Co-supervisor : Dr.Ing. Ir. Kusnanto

