

INTISARI

Industri semen membutuhkan konsumsi energi yang besar dan memproduksi sejumlah CO_2 yang sangat signifikan sehingga berdampak peningkatan efek rumah kaca pada pemanasan global. Semen dengan kandungan belite (C_2S) yang tinggi menjadi salah satu metode untuk mengurangi emisi CO_2 karena dapat menggunakan komposisi LSF yang rendah dengan suhu pembakaran yang lebih rendah pula. Pengurangan LSF dapat menyebabkan peningkatan jumlah belite ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) dan penurunan alite ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) pada komposisi klinker semen.

Pada penelitian ini kajian kinerja dan kinetika klinkerisasi belite dengan memanfaatkan limbah lumpur geothermal yang berasal dari PT. Geo Dipa Energi Dieng dan CaO hasil kalsinasi batu kapur asal dari Gunung Kidul sebagai bahan baku utama pembuatan semen belite. Proses klinkerisasi dilakukan pada suhu $1000\text{ }^\circ\text{C}$ di dalam furnace selama 3 jam dengan berbagai macam variasi rasio mol Ca/Si (2; 2,5 dan 3). Karakterisasi bahan baku dilakukan dengan pengujian XRD dan EDX. Kinetika pembentukan belite dipelajari dengan mengamati konversi reaksi pada tiga laju kenaikan suhu (2,5; 5 dan $7,5\text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$) dengan menggunakan DSC.

Hasil analisis awal bahan baku menunjukkan bahwa kandungan utama di dalam lumpur geothermal berupa silika amorf sebesar 97%, sementara CaO dalam batu kapur terkalsinasi sebesar 93%. Semen belite dengan rasio molar Ca/Si=3 menghasilkan kuat tekan produk semen mortar belite yang mendekati mortar dari semen putih konvensional karena memiliki kandungan belite tertinggi yaitu sebesar 74%. Model kinetika yang mendekati untuk proses klinkerisasi belite yaitu model Kolmogorov-Johnson-Mehl-Avrami (KJMA) yang nilai konstanta Avrami sebesar 1,7 menunjukkan laju pertumbuhan kristal berlangsung secara homogen 1 dimensi dengan adanya penurunan laju pertumbuhan kristal. Nilai pre-eksponensial dan energi aktivasi pada model ini sebesar 0,12 dan 70 kJ/mol .

Kata Kunci: Belite, Semen, Limbah Industri, Lumpur Geothermal, Silika

ABSTRACT

The cement industry is improving the alternative approaches to reduce the high energy and environmental costs of conventional cement manufacture. One approach to the reduction in energy consumption of the cement production is produce cements with low lime saturation factors (LSF), which are associated with higher belite contents. Reducing LSF can cause an increase in the amount of belite ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) and decrease in alite ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) in the cement clinker composition.

The basic objective of the present study was to obtain cements with high belite content by modifying the calcium/silica ratio as well as their principal phase in cement. It was utilized the undesired product from geothermal sludges obtained from PT. Geo Dipa Energi Dieng and calcined CaO from lime in Gunung Kidul as a raw material. Preparation of beta- Ca_2SiO_4 was carried out by calcination of the mixture in an electric muffle furnace at 1000°C for 3 hours with variety of mol ratio of Ca/Si (2; 2,5 dan 3). X-ray Diffraction Method (XRD) was used to determined the mineralogical and semi quantitative of the calcined product. The kinetic of formation belite was observed by conversion of reaction on different heating rate (2,5; 5 dan $7,5^\circ\text{C}/\text{min}$) determined by Differential Scanning Calorimetry (DSC).

According to the XRD result, the obtained silica from geothermal sludges was the major component (97%) and amorphous material. The result showed that belite form is found with the higher content (74%) in the clinker with molar ratio of Ca/Si=3. The kinetic model approached was Kolmogorov-Johnson-Mehl-Avrami (KJMA) model showed Avrami constant is 1.7 indicating that the growth of nuclei is homogeneous 1 dimension with decreasing of growth of nuclei. The value of pre exponential factor and activation energy in this model was 0.12 and 70 kJ/mol.

Keywords: Belite, Cement, Industrial Wastes, Geothermal Sludges, Silica