

**ANALISIS KARAKTERISTIK POZZOLAN ALAM DAN EFEKNYA
TERHADAP KUALITAS SEMEN PCC (*PORTLAND COMPOSITE
CEMENT*)**

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh:

MARTIA ANDINI

2210411001



Dosen Pembimbing I : Dr. Eng. Matlal Fajri Alif

Dosen Pembimbing II : Dr. Syukri, M.Si

**PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG

2026

**ANALISIS KARAKTERISTIK POZZOLAN ALAM DAN EFEKNYA
TERHADAP KUALITAS SEMEN PCC (*PORTLAND COMPOSITE
CEMENT*)**

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh:

MARTIA ANDINI

2210411001



Skripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Sarjana Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas

**PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG

2026

INTISARI

ANALISIS KARAKTERISTIK POZZOLAN ALAM DAN EFEKNYA TERHADAP KUALITAS SEMEN PCC (*PORTLAND COMPOSITE CEMENT*)

Oleh :

Martia Andini (NIM: 2210411001)

Dr. Eng. Matlal Fajri Alif*, Dr. Syukri M.Si.*

***Pembimbing**

Kebutuhan penggunaan *Portland Composite Cement* (PCC) di Indonesia dalam pembangunan jauh lebih besar dibandingkan penggunaan *Ordinary Portland Cement* (OPC). Namun, tingginya emisi gas CO₂ dari produksi klinker mendorong pemanfaatan pozzolan alam sebagai material substitusi ramah lingkungan pada semen PCC. Material pozzolan dapat dimanfaatkan sebagai pengganti klinker karena memiliki sifat yang serupa dengan klinker. Melalui reaksi pozzolanik, silika reaktif dalam pozzolan akan bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) sebagai produk sampingan dari hidrasi klinker untuk menghasilkan *Calcium Silicate Hydrate* (C-S-H) gel tambahan. Pembentukan C-S-H gel sekunder ini dapat memperbaiki struktur mikro matriks semen, mengurangi porositas, dan dapat meningkatkan kuat tekan semen. Pada penelitian ini, sumber pozzolan yang ada di Sumatera Barat yaitu di daerah Agam, Lubuk Alung (LA), dan Sicincin (SCC) diuji karakteristiknya. Hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada ketiga sampel terdapat dominasi fasa amorf berupa gundukan pada rentang 20°–30° yang reaktif serta terbukti memenuhi standar ASTM C 618 dengan persentase oksida utama (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃) di atas 70%. Pozzolan Agam menunjukkan performa paling optimal dengan perolehan nilai SAI tertinggi, yakni mencapai 94,29% pada umur 28 hari. Keunggulan mekanis ini sangat didukung oleh nilai BTL tertinggi (89,19%) yang membuatnya bekerja efektif sebagai *micro-filler*, serta minimnya persentase pengotor yang ditandai dengan rendahnya nilai LOI (3,32%) dan clay content (0,499%). Sebaliknya, pozzolan SCC memberikan nilai SAI terendah (91,43%), penurunan ini dipicu oleh dominasi mineral lempung hidrofilik yang meningkatkan nilai *clay content* (1,033%) dan LOI (4,50%) yang dapat meningkatkan porositas pada matriks semen. Sementara itu, pozzolan LA memberikan performa di tingkat menengah dengan perolehan nilai LOI 4,12%, dan kuat tekan 28 hari sebesar 93,10%. Meskipun demikian, ketiga pozzolan ini menunjukkan karakteristik yang baik sebagai material substitusi semen pengganti klinker sesuai dengan SNI 15-2049-2004.

Kata Kunci: Semen *Portland Composite Cement* (PCC), pozzolan alam, substitusi klinker, reaksi pozzolanik, kuat tekan

ABSTRACT

ANALYSIS OF NATURAL POZZOLAN CHARACTERISTICS AND ITS EFFECTS ON THE QUALITY OF PCC (PORTLAND COMPOSITE CEMENT)

By:

Martia Andini (NIM: 2210411001)

Dr. Eng. Matlal Fajri Alif*, Dr. Syukri M.Si.*

***Supervisor**

The need for Portland Composite Cement (PCC) in Indonesia for construction is much greater than the use of Ordinary Portland Cement (OPC). However, the high CO₂ emissions from clinker production encourage the use of natural pozzolan as an environmentally friendly substitute material for PCC cement. Pozzolan material can be used as a substitute for clinker because it has similar properties to clinker. Through a pozzolanic reaction, reactive silica in pozzolan will react with calcium hydroxide (Ca(OH)₂) as a byproduct of clinker hydration to produce additional Calcium Silicate Hydrate (C-S-H) gel. The formation of this secondary C-S-H gel can improve the microstructure of the cement matrix, reduce porosity, and can increase the compressive strength of cement. In this study, the characteristics of pozzolan sources in West Sumatra, namely in the Agam, Lubuk Alung (LA), and Sicincin (SCC) areas were tested. The results of X-Ray Diffraction (XRD) and X-Ray Fluorescence (XRF) analysis on the three samples showed a dominant amorphous phase in the form of broad humps in the range of 20°–30° which is reactive and proven to meet ASTM C 618 standards with the percentage of main oxides (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃) above 70%. Pozzolan Agam showed the most optimal performance with the highest SAI value, which reached 94.29% at the age of 28 days. This mechanical advantage is strongly supported by the highest BTL value (89.19%) which makes it work effectively as a micro-filler, as well as the minimal percentage of impurities as indicated by the low LOI value (3.32%) and clay content (0.499%). In contrast, pozzolan SCC provided the lowest SAI value (91.43%), this decrease was triggered by the dominance of hydrophilic clay minerals which increased the clay content value (1.033%) and LOI (4.50%) which can increase porosity in the cement matrix. Meanwhile, pozzolan LA performed at a moderate level, achieving an LOI of 4.12% and a 28-day SAI of 93.10%. Nevertheless, all three pozzolans demonstrated good characteristics as cement substitutes for clinker, in accordance with SNI 15-2049-2004.

Keywords: *Portland Composite Cement (PCC), natural pozzolan, clinker substitution, pozzolanic reaction, compressive strength*