

## INTISARI

Beton sebagai material konstruksi memiliki tantangan terhadap kondisi lingkungan agresif yang dapat menurunkan kekuatan dan durabilitas. Penggunaan beton geopolimer (GPC) berbasis *fly ash* kelas C sebagai alternatif beton konvensional semakin menarik perhatian dalam industri konstruksi, terutama untuk aplikasi pada lingkungan agresif seperti air laut. Beton GPC ini menawarkan keunggulan dalam hal durabilitas dan ketahanan terhadap korosi, yang merupakan tantangan utama dalam penggunaan beton konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat fisik, mekanik, dan kimia dari beton GPC berbasis *fly ash* kelas C, serta aplikasinya pada tiang pancang pracetak untuk lingkungan laut.

Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen di laboratorium dengan menggunakan *fly ash* kelas C dari PLTU Paiton sebagai industri. Proses pencampuran melibatkan penggunaan larutan alkali yang terdiri dari natrium silikat dan natrium hidroksida. Beton GPC dilakukan berbagai pengujian untuk mengetahui sifat fisik, mekanik, dan kimia dan ketahanan korosi dilakukan. Pengujian korosi dilakukan dengan metode percepatan korosi dengan cara mensimulasikan paparan klorida untuk menilai ketahanan beton terhadap korosi.

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa beton GPC berbasis *fly ash* kelas C memiliki sifat mekanik sebanding dengan beton OPC, dengan kuat tekan mencapai 38,94 Mpa pada umur 28 hari. Laju korosi pada beton GPC memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan beton OPC, dengan nilai resistivitas rata-rata pada umur 28 hari mencapai 14,42 kΩm, menandakan potensi korosi lebih rendah. Pengujian percepatan korosi menggunakan metode *impressed current* mengindikasikan bahwa beton OPC mengalami arus korosi lebih besar dibanding beton GPC. Laju korosi beton GPC berkisar 0,112 hingga 0,597 mm/year, dan beton OPC berkisar 0,303 hingga 4,993 mm/year. Hal ini menandakan durabilitas beton GPC lebih baik. Analisis kimia beton OPC dan beton GPC menunjukkan bahwa beton OPC didominasi oleh kalsium silikat, mampu memberikan kekuatan awal baik tetapi rentan terhadap korosi. Sementara itu, beton GPC kaya dengan silika dan alumina dari *fly ash*, serta memiliki struktur lebih stabil. Analisis SEM-EDX menunjukkan bahwa GPC memiliki distribusi elemen yang merata dan fase zeolite, hal ini mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan kimia. Hasil analisis XRD juga menunjukkan fase kristalin yang berbeda pada GPC dibandingkan dengan OPC, hal ini berpengaruh pada ketahanan terhadap suhu tinggi dan korosi. Pengujian percepatan korosi dan lentur tiang pancang pada kondisi 1, tiang pancang OPC retak awal terjadi pada hari ke-27 dan rasio kapasitas momen lentur terhadap tiang pancang nonkorosi sebesar 0,752. Tiang pancang GPC kondisi 1 belum terjadi retak dan rasio kapasitas momen lentur terhadap tiang pancang nonkorosi sebesar 0,992. Pengujian percepatan korosi dan lentur tiang pancang pada kondisi 2, tiang pancang GPC retak awal terjadi pada hari ke-48 dan rasio kapasitas momen lentur terhadap tiang pancang GPC nonkorosi sebesar 0,972. Tiang pancang OPC kondisi 2 sebelumnya telah retak pada hari ke-27 memiliki rasio kapasitas momen lentur terhadap tiang pancang OPC nonkorosi sebesar 0,330. Pengujian ini membuktikan bahwa meskipun kedua jenis tiang pancang mengalami penurunan kekuatan akibat korosi, tiang pancang GPC menunjukkan ketahanan lebih baik terhadap kerusakan pada hari ke-48. Dengan demikian, beton GPC berbasis *fly ash* kelas C terbukti lebih tahan lama dan ramah lingkungan untuk aplikasi tiang pancang minipile di lingkungan laut.

**Kata kunci:** geopolimer, korosi, tiang pancang, pracetak

## *ABSTRACT*

Concrete as a construction material has challenges against aggressive environmental conditions that can reduce strength and durability. The use of high-calcium fly ash-based geopolymer concrete (GPC) as an alternative to conventional concrete has garnered increasing attention in the construction industry, particularly for applications in aggressive environments such as seawater. GPC offers advantages in terms of durability and corrosion resistance, which are significant challenges in the use of conventional concrete. This study aims to evaluate the physical, mechanical, and chemical properties of high-calcium fly ash-based GPC as well as its application in precast piles for aggressive environments.

The research was conducted through laboratory experiments using fly ash type C from the Paiton Power Plant as a precursor. The mixing process involved the use of an alkaline activator solution consisting of sodium silicate and sodium hydroxide. The resulting GPC was tested for various physical, mechanical, and chemical properties, as well as corrosion resistance. Corrosion testing was performed using an accelerated corrosion method that simulates chloride exposure to assess the concrete's resistance to corrosion.

The results indicate that high-calcium fly ash-based GPC exhibits mechanical properties comparable to ordinary Portland cement (OPC) concrete, with a compressive strength of 38,94 Mpa at 28 days. The GPC demonstrates a significantly lower corrosion rate compared to OPC, with an average resistivity value of 14,42 kΩm at 28 days, indicating a lower potential for corrosion. Accelerated corrosion testing using the impressed current method revealed that OPC concrete experienced higher corrosion currents than GPC. The corrosion rate of GPC concrete ranges from 0,112 to 0,597 mm/year, while that of OPC concrete ranges from 0,303 to 4,993 mm/year. This indicates the superior durability of GPC concrete. Chemical analysis of both OPC and GPC showed that OPC is dominated by calcium silicate, which provides good initial strength but is susceptible to corrosion. In contrast, GPC is rich in silica and alumina from fly ash, possessing a more stable structure. SEM-EDX analysis revealed that GPC has a uniform element distribution and zeolite phases that enhance resistance to chemical attack. XRD analysis also indicated different crystalline phases in GPC compared to OPC, affecting its resistance to high temperatures and corrosion. In the accelerated corrosion and bending tests under condition 1, pile OPC (corroded) exhibited initial cracking on day 27, with a bending moment capacity ratio of 0,752 compared to pile OPC non-corroded. Pile GPC condition 1 showed no cracking and had a bending moment capacity ratio of 0,992 compared to pile GPC non-corroded. In condition 2, pile GPC experienced initial cracking on day 48, with a bending moment capacity ratio of 0,972 compared to pile GPC non-corroded. Pile OPC condition 2, which had cracked on day 27, had a bending moment capacity ratio of 0,330 compared to pile OPC non-corroded. These tests demonstrate that although both types of piles experienced a reduction in strength due to corrosion, the GPC piles exhibited better resistance to structural damage at day 48. Thus, fly ash type C-based GPC proves to be more durable and environmentally friendly for mini-pile applications in marine environments.

**Keywords:** geopolymer, corroded, pile, precast