

ABSTRAK

Beton yang digunakan pada lingkungan agresif, seperti drainase dan instalasi pengolahan air limbah, sangat rentan mengalami penurunan durabilitas akibat paparan asam sulfat ekstrem. *Portland Composite Cement* (PCC) banyak digunakan sebagai material ramah lingkungan, namun kinerjanya pada lingkungan dengan pH sangat rendah masih perlu dikaji secara mendalam. Substitusi semen dengan *fly ash* berpotensi meningkatkan ketahanan kimia beton terhadap serangan asam, meskipun dapat mempengaruhi kuat tekan pada umur awal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kadar *fly ash* terhadap workabilitas, kuat tekan, penetrasi, dan mikrostruktur beton terhadap paparan asam sulfat pH < 2. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi kadar *fly ash* sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Pengujian meliputi kuat tekan beton pada umur 14, 28, dan 56 hari, permeabilitas beton pada umur 56 hari, dan pengujian mikrostruktur beton. Perawatan beton melalui perendaman air tawar (kontrol) selama 7 hari lalu dilanjutkan dengan pengondisian terpapar asam sulfat pH < 2 hingga umur pengujian dilaksanakan. Analisis mikrostruktur dilakukan menggunakan pengujian *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* memberikan pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan dan penurunan permeabilitas beton. Terdapat hubungan berbanding terbalik antara kuat tekan dan permeabilitas beton. Semakin tinggi kuat tekan beton, maka nilai permeabilitas semakin rendah. Hubungan antara kuat tekan, permeabilitas, mikrostruktur beton juga dianalisis lebih lanjut pada penelitian ini guna mengetahui korelasi antarpengujian dan mengetahui kadar *fly ash* dengan performa terbaik yang masih berada dalam batas penelitian. Penggunaan *fly ash* pada variasi 40% menghasilkan karakteristik beton terbaik dengan kuat tertinggi dan permeabilitas terendah serta mikrostruktur yang rapat. Hal ini menunjukkan bahwa *fly ash* mampu memperbaiki struktur mikro beton sehingga beton menjadi lebih rapat, padat, dan tahan terhadap penetrasi air. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan beton ramah lingkungan dengan kinerja mekanis dan durabilitas yang memadai pada lingkungan dengan tingkat keasaman ekstrim.

Kata kunci: Beton, *Portland Composite Cement* (PCC), *fly ash*, asam sulfat, pH < 2.