

ABSTRAK

Sektor konstruksi di Indonesia terus berkembang pesat, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan infrastruktur. Pabrik semen sebagai salah satu sektor konstruksi menghasilkan emisi CO₂ tertinggi, diperkirakan menyumbang sekitar 5–8% dari total emisi karbon dioksida (CO₂) secara global. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam material konstruksi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan guna menekan jejak karbon dari sektor industri ini, yaitu pemanfaatan *fly ash* sebagai substituen semen PCC dalam beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengkomparasi pengaruh substitusi *fly ash* sebanyak 40% dari semen pada enam produk semen PCC. Kuat tekan rencana pada penelitian ini adalah 25 MPa dengan proporsi *mix design*, yaitu air, semen, agregat halus dan agregat kasar berturut – turut adalah 0,54 : 1,00 : 1,96 : 2,70. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental di laboratorium dengan membuat benda uji silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm yang di uji tekan saat umur 14, 28, dan 56 hari. Parameter uji selain kuat tekan yaitu uji properties, uji workabilitas, uji modulus elastisitas, uji *poisson ratio*, uji kuat tarik belah, uji karbonasi, dan uji porositas. Hasil pengujian menunjukkan substitusi *fly ash* sebanyak 40% mengakibatkan berat jenis pasta semen lebih rendah. Hal ini juga berkaitan dengan konsistensi normal dan kehalusan, di mana berat jenis yang lebih rendah memerlukan persentase air yang lebih sedikit karena partikel yang lebih besar. Meskipun demikian, semua produk semen memenuhi standar waktu ikat. Hasil penggunaan 40% *fly ash* juga berdampak pada kuat tekan beton, dengan hasil yang bervariasi seiring bertambahnya umur beton. Pada umur 14 hari, kuat tekan beton pada 6 variasi semen tercatat pada rentang 14,46 MPa sampai 20,43 MPa. Pada umur 28 hari, kuat tekan beton tercatat pada rentang 20,64 MPa sampai 24,59 MPa. Pada umur 56 hari, kuat tekan beton tercatat pada rentang 26,24 MPa sampai 32,60 MPa. Nilai kuat tekan beton terbukti memiliki korelasi langsung dengan modulus elastisitas dan *poisson ratio* yaitu semakin tinggi nilai kuat tekan beton maka semakin besar pula nilai modulus elastisitas dan *poisson ratio*. Pengujian kuat tarik belah beton menghasilkan nilai pada rentang 8% hingga 10% dari kuat tekan beton saat umur 28 hari. Semua produk semen menghasilkan beton dengan kualitas baik, hal ini dibuktikan dengan tidak ada beton yang terkarbonasi. Porositasnya pun rendah, berkisar 5% - 7,5%, yang lebih baik dari nilai rata-rata beton tanpa *fly ash*. Hal ini membuktikan hubungan antara porositas yang rendah dan ketahanan beton terhadap serangan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi *fly ash* 40% pada semen tidak terlalu berpengaruh terhadap kuat tekan di umur uji 56 hari sehingga penggunaan *fly ash* sebagai bahan substitusi semen dapat dilanjutkan.

Kata kunci: *Fly Ash*, *Portland Composite Cement* (PCC), kuat tekan, kuat tarik belah, karbonasi, porositas.