

# **Finite Element Modeling on the Flexural Behaviour of Composite Precast Hybrid Fiber Reinforced Lightweight Agregate Concrete Slab**

Oleh: Slamet Widodo, Agus Santoso, Darmono, Maris Setyo Nugroho

## **ABSTRAK**

### **Abstrak**

Penelitian ini dilaksanakan untuk menghasilkan beton ringan struktural yang memiliki kekuatan tarik lebih baik, dengan cara menambahkan campuran serat baja dan polypropylene ke dalam adukan beton ringan yang memanfaatkan breksi batu apung (pumice breccia) sebagai agregat kasar. Material beton ringan berserat campuran (Hybrid Fiber Reinforced Lightweight Aggregate Concrete/HyFRLWAC) ini selanjutnya digunakan sebagai material stay in-place formwork untuk kemudian diaplikasikan dalam konstruksi pelat beton komposit dengan sistem partially precast dengan memanfaatkan self-compacting concrete (SCC) sebagai lapis topping. Penelitian ini difokuskan untuk menentukan kriteria kekuatan batas yang sesuai untuk diterapkan pada interface dua jenis material beton khusus yang berbeda (HyFRLWAC sebagai lapis substrate dan SCC sebagai lapis topping) tanpa penambahan penghubung geser.

Eksperimen dilakukan untuk mengetahui komposisi optimal HyFRLWAC. Pengujian kuat tekan dilakukan pada 45 benda uji untuk 15 varian dengan variasi komposisi agregat, penggantian sebagian semen dengan silica fume, dan penambahan serat campuran. Pengujian juga dilakukan pada 15 benda uji kuat tarik belah dan 15 benda uji kuat tarik lentur untuk lima variasi penambahan serat campuran. Komposisi HyFRLWAC yang optimum selanjutnya digunakan sebagai lapis substrate. Kekuatan tarik antara HyFRLWAC dengan SCC diinvestigasi dengan metode pull-off test sedangkan kekuatan kohesi diuji dengan modified bi-surface shear test. Variasi pengujian didasarkan pada perbedaan kondisi permukaan substrate dan kekuatan tekan SCC yang digunakan sebagai lapis topping. Pengujian kekuatan tarik interface dilaksanakan pada 10 varian dengan kondisi permukaan substrate halus (as-placed) dan dikasarkan. Pengujian kohesi dilakukan pada 15 varian dengan permukaan substrate halus dan kasar, baik dalam arah longitudinal maupun transversal. Topping dicor di atas masing-masing varian substrate yang telah berumur 28 hari, dengan lima variasi kuat tekan SCC. Benda uji yang digunakan pada tahapan ini berjumlah 30 benda uji untuk pull-off test dan 45 buah untuk modified bi-surface shear test, dengan tiga benda uji untuk setiap varian. Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui pengaruh bekerjanya gaya normal terhadap kekuatan geser interface. Pengujian dilakukan terhadap 54 benda uji berbentuk double-L (2-L shape shear test), yang terdiri dari 18 varian (tiga variasi permukaan substrate dengan enam variasi besaran gaya normal), dengan tiga perulangan benda uji untuk setiap satu varian. Tahapan terakhir dilakukan pengujian skala penuh terhadap sembilan pelat beton komposit dengan kondisi permukaan substrate halus (as-placed), kasar arah longitudinal, dan kasar arah transversal.

Beton ringan struktural dapat dihasilkan dengan fraksi volume breksi batu apung sebagai agregat kasar antara 55% sampai 75% dari total volume agregat. Kekuatan mekanik beton ringan

dapat dioptimalkan dengan menggantikan 9% berat semen dengan silica fume, serta dilakukan penambahan serat campuran (hybrid) dengan komposisi 0,1% serat polypropylene dan 1,0% serat baja berdasarkan volume adukan beton. Kekuatan tarik maupun kohesi interface beton lama dan beton baru yang menggunakan HyFRLWAC sebagai lapis substrate dan SCC sebagai lapis topping dipengaruhi oleh kuat tekan lapis topping. Apabila kuat tekan SCC antara 30 MPa hingga 60 MPa, untuk permukaan substrate halus maka kekuatan tarik interface dapat dihitung dengan formula  $\sigma = c + k \cdot f_{c,t}$ , dan jika substrate dikasarkan maka  $\sigma = c + k \cdot f_{c,t}$ . Kekuatan kohesi dapat dihitung dengan  $\tau = c + m \cdot f_{c,t}$ , dengan nilai  $c$  (koefisien kohesi) adalah: 0,999 untuk permukaan substrate halus, 1,258 untuk substrate dikasarkan arah longitudinal, dan 1,312 untuk substrate dikasarkan arah transversal. Kekuatan interface beton yang menerima kombinasi gaya geser dan gaya tekan dapat hitung  $\tau = c + m \cdot f_{c,t}$ , dengan  $m$  ( koefisien friksi) adalah: 0,728 untuk permukaan substrate halus, 0,959 untuk permukaan kasar arah longitudinal, dan 1,181 untuk substrate dikasarkan arah transversal. Apabila interface menerima kombinasi gaya geser dan gaya tarik, maka  $\tau = c + k \cdot f_{c,t}$ , dengan  $k$  (koefisien pengurangan kekuatan geser interface beton) adalah: 3,399 untuk substrate halus, 4,097 untuk permukaan kasar arah longitudinal, dan 4,205 untuk substrate kasar arah transversal. Hasil uji model fisik dan analisis tegangan menunjukkan tidak ada benda uji pelat beton komposit yang mengalami kombinasi tegangan geser dan tegangan normal melebihi batas kekuatan interface.

Kata Kunci: HyFRLWAC, Interface antara beton lama dan baru, Pelat beton komposit, SCC

*Kata kunci:* HyFRLWAC, Model Numerik, Pelat beton komposit, SCC, Uji Lentur

