

Abstrak

Perkuatan struktur diperlukan apabila struktur mengalami kerusakan ringan ataupun penurunan kekuatan. Penurunan kekuatan struktur dapat disebabkan oleh desain awal yang kurang tepat, usia struktur, atau perubahan fungsi bangunan. Salah satu solusi perkuatan adalah Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) karena aplikasinya yang mudah dan sifat mekaniknya yang baik seperti kuat tarik yang tinggi, ringan serta tahan korosi. Penelitian ini membahas pengaruh penggunaan lembaran GFRP terhadap kinerja kapasitas lentur balok beton bertulang. Benda uji balok memiliki tinggi 250 mm, lebar 150 mm, dan panjang bentang 3300 mm. Balok diuji menggunakan pembebanan simetris dua titik di atas dua tumpuan sederhana dengan tulangan 2D14 pada daerah tarik, 2Ø6 pada daerah tekan dan sengkang Ø10. Perkuatan lentur dilakukan dengan dua pola pemasangan, yaitu melapisi GFRP pada bagian bawah balok (bottom wrapping) dan dengan U-wrapping. Balok dengan bottom wrapping divariasikan 1 hingga 3 lapisan dan balok dengan U-wrapping memiliki variasi lebar lapisan 300 mm hingga 550 mm. Analisis dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan program MIDAS FEA dan menunjukkan peningkatan kapasitas lentur balok beton bertulang sebesar 27,915-70,521% untuk tiap penambahan lapis lembaran pada pola bottom wrapping dan 35,556-38,892% untuk tiap penambahan lebar lapis lembaran pada pola U-wrapping. Model uji bottom wrapping memberikan kenaikan kapasitas lentur yang lebih tinggi dibandingkan U-wrapping pada dimensi lapis GFRP yang sama. Hasil analisis metode elemen hingga mendekati perhitungan teoritis berdasarkan ACI 440.2R-17 dengan perbedaan terbesar $\pm 5\%$ dan memberikan pendekatan konservatif untuk memprediksi hasil uji laboratorium. Pemodelan dengan metode elemen hingga juga dapat menunjukkan proses runtuhnya model uji dengan baik.

Kata kunci: GFRP, balok beton bertulang, metode elemen hingga, kapasitas lentur, MIDAS FEA

Abstract

Structural strengthening is required when structures suffer from minor damages or strength degradation. Structural strength degradation can be caused by incorrect initial design, structural age, environmental factors, or changes of building functions. One of the strengthening solutions is Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) due to its easy application and good mechanical properties such as high tensile strength, lightweight and corrosion-resistant. This research discussed the effect of externally bonded GFRP sheets on flexural capacity performance of reinforced concrete beams. The concrete specimens have 250 mm depth, 150 mm width, and length of 3300 mm. Simply supported beams were tested using two point symmetrical loading and reinforced with two No.14 longitudinal bars in compression zone, two No.6 longitudinal bars in tensile zone and No.10 stirrup bars. Flexural strengthening was done in two orientations, namely applying GFRP sheets to the bottom of the beams (bottom wrapping) and with U-wrapping. Bottom wrapping was varied from 1 to 3 layers of GFRP and U-wrapping was varied from 300 mm to 550 mm of GFRP width. Flexural capacity analysis of each model was done using finite element method with the help of MIDAS FEA program and shows 27,915-70,521% flexural capacity increment for each GFRP layer addition for bottom wrapping models and 35,556-38,892% for each GFRP sheet's width addition for U-wrapping models. The bottom wrapping specimens provide a higher increase in flexural capacity than U-wrapping at the same GFRP layer dimensions. Finite element analysis results are close to the theoretical calculation based on ACI 440.2R-17 with the biggest difference of $\pm 5\%$ and gives a conservative approach in predicting laboratory test results. Finite element modelling is also able to show the failure process of specimens properly.

Keywords: GFRP, reinforced concrete beam, finite element method, flexural capacity, MIDAS FEA