

## ABSTRAK

Struktur bangunan berpotensi mengalami kerusakan, salah satunya pada komponen balok beton bertulang. Kerusakan struktur balok umum terjadi pada daerah tumpuan. Hal ini disebabkan karena daerah tumpuan merupakan area yang memiliki nilai momen dan gaya geser maksimum. Perkuatan struktur balok pada daerah momen negatif diperlukan sebagai tindakan pencegahan kerusakan struktur. Salah satu cara pengaplikasian perkuatan pada struktur balok adalah dengan menanamkan material Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) rod secara penuh menggunakan metode Near Surface Mounted (NSM). Penelitian eksperimental mengenai CFRP sebagai material perkuatan telah banyak dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan penelitian eksperimental terdahulu dengan membandingkan perilaku lentur balok benda uji numerikal dengan eksperimental dan studi parametrik menggunakan program komputer Atena. Perilaku lentur balok yang dibandingkan meliputi kapasitas beban lentur, daktilitas, kekakuan, penyerapan energi, dan pola retak. Studi parametrik dilakukan dengan memvariasikan perlakuan pada benda uji numerikal. Variasi perlakuan yang dilakukan meliputi variasi diameter CFRP, kuat tekan beton, jenis material perkuatan, dan rasio penulangan. Total benda uji yang digunakan dalam studi parametrik berjumlah empat belas buah yang terdiri dari BN (balok tanpa perkuatan), BF (balok dengan perkuatan CFRP tertanam penuh), BF-6 mm (balok dengan diameter CFRP 6 mm), BF-10 (balok dengan diameter CFRP 10 mm), BN-17.5 MPa (balok tanpa perkuatan dengan kuat tekan beton 17,5 MPa), BN-50 MPa (balok tanpa perkuatan dengan kuat tekan beton 50 MPa), BF-17,5 MPa (balok perkuatan dengan kuat tekan beton 17,5 MPa), BF-50 Mpa (balok perkuatan dengan kuat tekan beton 50 MPa), BF-AFRP (balok dengan perkuatan Aramid Fiber Reinforced Polymer), BF-BFRP (balok dengan perkuatan Basalt Fiber Reinforced Polymer), BN-UR (balok tanpa perkuatan dengan kondisi under-reinforced) BN-OR (balok tanpa perkuatan dengan kondisi over-reinforced), BF-UR (balok perkuatan dengan kondisi kondisi under-reinforced), dan BF-OR (balok perkuatan dengan kondisi over-reinforced). Hasil perbandingan perilaku lentur benda uji numerikal menunjukkan nilai yang mendekati benda uji eksperimental dengan rasio hanya berkisar 0-5%. Hasil studi parametrik secara keseluruhan pada setiap variasi perlakuan pada benda uji menunjukkan peningkatan kapasitas beban lentur dan kekakuan awal tetapi mengalami penurunan pada daktilitas dan besarnya penyerapan energi. Pola retak yang terjadi secara umum adalah retakan tipe lentur.

**Kata kunci:** *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) rod, tertanam penuh, near-surface mounted (NSM), balok T, studi parametrik, daerah momen negatif, perilaku lentur balok*

## ABSTRACT

*The potential for structural damage is a concern in building construction, particularly in reinforced concrete beam components. Damage to beam structures commonly occurs at support regions due to the high moments and shear forces present in these areas. Strengthening beam structures at negative moment regions is necessary to prevent structural damage. One method of strengthening beams is by fully embedding Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) rods using the Near Surface Mounted (NSM) method. Experimental research on CFRP as a strengthening material has been extensively conducted. This study aims to expand on previous experimental research by comparing the flexural behavior of numerical beam specimens with experimental ones and conducting a parametric study using the Atena computer program. The compared flexural behaviors include load capacity, ductility, stiffness, energy absorption, and crack patterns. Parametric studies were conducted by varying treatments on the numerical specimens, including CFRP diameter, concrete compressive strength, reinforcement type, and reinforcement ratio. Fourteen specimens were used in the parametric study, comprising BN (beam without reinforcement), BF (beam with fully embedded CFRP reinforcement), BF-6 mm (beam with 6 mm CFRP diameter), BF-10 (beam with 10 mm CFRP diameter), BN-17.5 MPa (beam without reinforcement with 17.5 MPa concrete compressive strength), BN-50 MPa (beam without reinforcement with 50 MPa concrete compressive strength), BF-17.5 MPa (reinforced beam with 17.5 MPa concrete compressive strength), BF-50 MPa (reinforced beam with 50 MPa concrete compressive strength), BFAFRP (beam with Aramid Fiber Reinforced Polymer reinforcement), BF-BFRP (beam with Basalt Fiber Reinforced Polymer reinforcement), BN-UR (beam without reinforcement with under-reinforced condition), BN-OR (beam without reinforcement with over-reinforced condition), BF-UR (reinforced beam with under-reinforced condition), and BF-OR (reinforced beam with over-reinforced condition). The comparison results of the flexural behavior of the numerical specimens showed values that were close to the experimental specimens, with a ratio ranging from 0-5%. The overall results of the parametric study for each treatment variation on the specimens showed an increase in flexural load capacity and initial stiffness but a decrease in ductility and energy absorption. The crack patterns observed were primarily flexural cracks.*

**Keywords:** *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) rod, fully embedded, near-surface mounted (NSM), T beam, parametric study, negative moment region, flexural behavior of beam*