

## ABSTRAK

### **ANALISIS PENGARUH *CARBON FIBER REINFORCED POLYMER* (CFRP) BARS TERHADAP KAPASITAS LENTUR DAN GESER BALOK BETON BERTULANG SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN BAJA**

Oleh

**Siti Nurhaliza**

Masalah korosi pada tulangan baja konvensional dan kebutuhan struktur yang lebih ringan serta tahan lama mendorong penggunaan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) bars sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada balok beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara teoritis dan numerik pengaruh penggantian tulangan baja dengan CFRP bars terhadap kapasitas lentur dan geser balok beton bertulang, serta membandingkan mode keruntuhan yang terjadi. Analisis dilakukan pada balok sederhana dengan variasi dimensi penampang (350×500 mm, 400×550 mm, 450×600 mm, 500×650 mm, dan 550×700 mm) serta variasi diameter tulangan longitudinal (Ø10 mm, Ø16 mm, dan Ø22 mm). Perhitungan kapasitas lentur dan geser balok bertulangan baja mengacu pada SNI 2847:2019, sedangkan balok bertulangan CFRP menggunakan ACI 440.1R-15. Evaluasi juga mencakup identifikasi mode kegagalan dan perbandingan implikasi desain.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan CFRP bars meningkatkan kapasitas lentur secara signifikan, yaitu dari kisaran 73,34–171,33 kNm pada balok bertulangan baja menjadi 162,77–582,40 kNm pada balok bertulangan CFRP, atau naik 76,14% hingga 408,52%. Peningkatan kapasitas geser lebih moderat, yaitu dari 131,78–233,57 kN menjadi 189,43–323,81 kN (kenaikan 15,73%–69,39%). Balok CFRP dirancang sebagai *over-reinforced* sehingga kegagalan lentur didominasi oleh *concrete crushing* (lebih dapat diprediksi), berbeda dengan balok baja yang bersifat *tension-controlled* dan lebih daktil. Pengaruh CFRP terhadap kapasitas lentur jauh lebih dominan dibandingkan terhadap kapasitas geser. Penelitian ini menyimpulkan bahwa CFRP bars merupakan alternatif tulangan yang sangat potensial, khususnya untuk struktur yang memerlukan ketahanan korosi tinggi dan kapasitas lentur besar. Namun, diperlukan pendekatan desain yang berbeda karena sifat linier-elastik CFRP hingga rupture.

Kata kunci: CFRP bars, kapasitas lentur, kapasitas geser, balok beton bertulang, SNI 2847:2019, ACI 440.1R-15.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE EFFECT OF CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) BARS ON THE FLEXURAL AND SHEAR CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE BEAM AS A STEEL REINFORCING SUBSTITUTE**

**By**

**Siti Nurhaliza**

Corrosion problems in conventional steel reinforcement and the need for lighter and more durable structures encourage the use of Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) bars as an alternative to steel reinforcement in reinforced concrete beams. This study aims to analyze theoretically and numerically the effect of replacing steel reinforcement with CFRP bars on the flexural and shear capacity of reinforced concrete beams, as well as to compare the failure modes that occur. The analysis was carried out on simple beams with various cross-sectional dimensions (350×500 mm, 400×550 mm, 450×600 mm, 500×650 mm, and 550×700 mm) and variations in longitudinal reinforcement diameters (Ø10 mm, Ø16 mm, and Ø22 mm). The calculation of the flexural and shear capacity of steel-reinforced beams refers to SNI 2847:2019, while CFRP-reinforced beams use ACI 440.1R-15. The evaluation also includes the identification of failure modes and a comparison of design implications.

The results showed that the use of CFRP bars significantly increased the flexural capacity, from 73.34–171.33 kNm (steel reinforced beams) to 162.77–582.40 kNm CFRP reinforced beams, or an increase of 76.14% to 408.52%. The increase in shear capacity was more moderate, from 131.78–233.57 kN to 189.43–323.81 kN (an increase of 15.73%–69.39%). CFRP beams were designed as over-reinforced so that flexural failure was dominated by concrete crushing (more predictable), in contrast to steel beams which are tension-controlled and more ductile. The effect of CFRP on flexural capacity was much more dominant than on shear capacity. This study concluded that CFRP bars are a very potential alternative reinforcement, especially for structures requiring high corrosion resistance and large flexural capacity. However, a different design approach is required due to the linear-elastic nature of CFRP until rupture.

**Keywords:** CFRP bars, flexural capacity, shear capacity, reinforced concrete beams, SNI 2847:2019, ACI 440.1R-15.