

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil validasi menggunakan metode NMSE antara model numerikal dan eksperimental diperoleh sebesar 0.0003 pada BN dan 0.00007 pada BH. Pada beberapa nilai parameter lentur balok seperti daktilitas, kekakuan, serta penyerapan energi terdapat perbedaan nilai hasil antara model eksperimental dan numerikal yang kecil dengan rasio sekitar 0-4%. Pola keruntuhan pada model numerikal dan eksperimental juga menunjukkan kemiripan pada pola keruntuhan yang terjadi. Sehingga, model numerikal yang dibuat valid.
2. Penggunaan variasi pada diameter CFRP material perkuatan memiliki pengaruh linear pada peningkatan kapasitas beban maksimum. Semakin besar diameter, maka peningkatannya akan semakin besar pula. Hal ini diperkuat dengan analisis regresi linear yang didapat dengan hasil koefisien determinasi yang baik sebesar 0,96. Perbandingan rasio peningkatan pada nilai daktilitas dan penyerapan energi pada variasi parameter ini hanya berkisar antara 1-3% sehingga dianggap tidak signifikan berdampak. Pola keruntuhan atau keretakan pada model balok juga menunjukkan perilaku yang identik. Sementara itu, penggunaan material perkuatan CFRP dengan diameter dibawah 8 mm akan mengakibatkan penurunan nilai kekakuan awal pada struktur bila dibandingkan dengan balok kontrolnya.
3. Pada studi parametrik dengan variasi kuat tekan beton, secara umum terjadi peningkatan kapasitas beban maksimum pada balok perkuatan. Hal ini

diperkuat juga dengan hasil analisis regresi linear yang didapat dengan hasil koefisien determinasi sebesar 0,98 untuk BN dan 0,9897 untuk BH. Lebih spesifik lagi didapatkan kesimpulan bahwa kenaikannya lebih signifikan terjadi pada beton dengan nilai kuat tekan kecil. Begitu pula dengan semakin rendah nilai kuat tekan betonnya, maka penurunan nilai daktilitas akan semakin besar. Pada parameter nilai kekakuan, balok dengan mutu beton tinggi memiliki kekakuan yang lebih baik. Kemudian, bila dilihat pada pola retaknya, balok dengan kuat tekan beton yang tinggi mengalami retakan yang lebih sedikit dari balok lainnya.

4. Variasi jenis material FRP juga berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas beban maksimum dan nilai kekakuannya, secara linear bergantung pada nilai kuat lelehnya (f_y). Semakin besar nilai kuat lelehnya, maka akan semakin signifikan peningkatannya. Kesimpulan tersebut didapat dari hasil analisis regresi linear yang memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,96. Rasio penurunan penyerapan energi juga mengikuti nilai kekakuannya, semakin kaku maka akan semakin kecil penurunannya. Selain itu nilai daktilitas serta pola keretakan pada berbagai jenis material FRP dianggap tidak berpengaruh signifikan karena hanya berbeda sekitar 1% saja. Pola retaknya pun cukup identik.
5. Pengaruh variasi perlakuan yang paling berpengaruh adalah dengan variasi rasio penulangan. Hasil analisis regresi linear secara umum menunjukkan tren peningkatan kapasitas beban lentur dengan nilai koefisien determinasi untuk BN sebesar 0,9862 dan 0,997 untuk BH. Pada variasi rasio penulangan balok BH-OR mengalami peningkatan yang paling signifikan yaitu sebesar 60%. Demikian pula dengan nilai kekakuan awalnya yang rasio peningkatannya paling besar yaitu 38% dibandingkan dengan balok lainnya (-5% dan 6%). Nilai daktilitasnya berbanding terbalik dengan kapasitas beban dan kekakuan dimana balok BH-OR mengalami

rasio penurunan nilai daktilitas yang paling besar yaitu -75%. Pola retak geser terjadi pada balok BH-OR dan retak lentur terjadi pada balok BH-UR.

5.2 Saran

Setelah penelitian ini dilakukan, ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk keberlangsungan penelitian ini kedepannya, antara lain sebagai berikut:

1. Studi parametrik dapat dilakukan menggunakan program lain berbasis elemen hingga agar didapatkan hasil yang beragam dan dapat dijadikan perbandingan terhadap pengujian numerikal.
2. Pelaksanaan penelitian numerikal berbasis metode elemen hingga dapat dilakukan menggunakan program berlisensi, khususnya pada ATENA Studio 2023 agar diperoleh hasil yang lebih akurat dan tanpa batasan *meshing element*.
3. Pada penelitian ini, tidak dibahas aspek praktis dan biaya dari penggunaan jenis-jenis perkuatan pada studi parametrik balok. Penelitian selanjutnya dapat mencakup analisis biaya dan kemudahan untuk menentukan apakah penggunaan CFRP sebagai bahan perkuatan adalah ekonomis dibandingkan dengan material perkuatan lainnya.