

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah melakukan pengujian eksperimental untuk mengevaluasi efektivitas perkuatan balok beton bertulang tipe T menggunakan pelat CFRP dan lapisan UHPC terhadap pembebanan *pulse-like near-fault* dan siklik konvensional serta melakukan validasi numerikal menggunakan *software* Response-2000. Dua spesimen utama diuji: balok kontrol (SC) tanpa perkuatan, dan balok perkuatan (SP) yang dilengkapi pelat CFRP serta lapisan UHPC. Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perilaku seismik balok beton bertulang T pada zona momen negatif dan positif menunjukkan peningkatan signifikan akibat perkuatan UHPC-CFRP. Balok kontrol SC pada zona momen negatif hanya mampu menahan beban maksimum sebesar 66,04 kN, sedangkan balok SP mampu mencapai 93,12 kN atau meningkat sebesar 41%. Pada zona momen positif, balok SC hanya mampu menahan 34,71 kN, sedangkan SP mencapai 57,61 kN, meningkat sebesar 65,98%. Selain itu, kekakuan awal balok SP lebih tinggi dibanding SC, dengan degradasi kekakuan yang lebih lambat, menunjukkan daya tahan struktur yang lebih baik selama pembebanan siklik akibat *pulse-like near-fault* ground motion dan beban konvensional.
2. Kinerja seismik balok SP secara umum lebih unggul dibanding balok kontrol. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan daktilitas sebesar 37,92% pada balok SP dibandingkan SC, yang menunjukkan kemampuan deformasi inelastis balok SP lebih baik dalam menyerap energi tanpa keruntuhan mendadak. Selain itu, kapasitas disipasi energi balok SP lebih tinggi dibandingkan SC, yang menegaskan bahwa kombinasi lapisan UHPC dan pelat CFRP efektif meningkatkan ketangguhan dan performa seismik balok terhadap beban dinamis.
3. Validasi numerik yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Response-2000 menunjukkan hasil yang mendekati hasil eksperimental, terutama dalam hal kapasitas momen lentur dan beban maksimum. Selisih nilai beban antara hasil numerik dan eksperimen berada dalam rentang 2–14%, yang masih berada pada batas deviasi yang dapat diterima. Pemodelan penampang yang disusun melalui pendekatan tertentu mampu merepresentasikan pengaruh perkuatan terhadap

peningkatan kinerja struktur. Oleh karena itu, analisis numerik ini dapat digunakan sebagai alat bantu prediktif dalam mengevaluasi respons struktur balok yang diperkuat, selama pendekatan model dilakukan secara tepat.

4. Berdasarkan hasil pengujian eksperimental terhadap kedua spesimen, dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan perkuatan (SP) menunjukkan kinerja struktural yang lebih baik dibandingkan spesimen kontrol (SC). Spesimen SC mengalami kerusakan signifikan dan pengujian dihentikan pada *drift ratio* 6% akibat kerusakan yang telah meluas, terutama munculnya retak-retak balok di bagian dekat tumpuan. Sebaliknya, spesimen SP mampu melanjutkan siklus pembebanan hingga *drift ratio* 8%, menunjukkan peningkatan kapasitas deformasi. Hal ini membuktikan efektivitas kombinasi UHPC dan CFRP dalam memperbaiki performa seismik balok beton T bertulang saat dikenai beban near-fault ground motion dan siklik konvensional.

5.2 Saran

1. Validasi numerikal dapat dikembangkan lebih lanjut menggunakan perangkat lunak analisis nonlinear dinamis lain, hingga agar didapatkan hasil yang beragam dan dapat dijadikan perbandingan terhadap pengujian numerikal.
2. Pada penelitian ini, tidak dibahas aspek biaya dari penggunaan jenis-jenis perkuatan pada studi perkuatan balok. Penelitian selanjutnya dapat mencakup analisis biaya dan kemudahan untuk menentukan apakah penggunaan UHPC dan pelat CFRP sebagai bahan perkuatan adalah ekonomis dibandingkan dengan material perkuatan lainnya.
3. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi jenis perkuatan FRP lainnya guna membandingkan kinerja strukturalnya dengan hasil penelitian ini.