

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada kondisi gempa, sambungan struktur bangunan harus mampu menahan beban seismik yang signifikan (Dewi et al., 2023), perilaku daktail yang diinginkan adalah daktail dengan respon plastik (Chen et al., 1996). Perkuatan umumnya diperlukan karena tidak adanya tulangan sengkang pada joint (Mosallam et al., 2019), serta alasan lainnya seperti perubahan tingkat bahaya seismik, metode desain yang berkembang, dan lokasi bangunan yang dekat dengan patahan meskipun telah mengikuti standar kode yang ada (Wang et al., 2019). Sambungan yang dirancang sebelum adanya peraturan seismik biasanya tidak diperuntukkan menahan beban lateral. Sambungan menjadi elemen struktur yang penting namun sering kali lemah akibat kurangnya tulangan sengkang (Laseima et al., 2020), yang dapat mengalami retak diagonal akibat gempa, berpotensi menyebabkan keruntuhan struktur (Obaidat et al., 2019). Pada rangka momen beton bertulang, sambungan interior yang dirancang berbeda dengan sambungan eksterior karena beban gravitasi yang lebih besar, membuat kolom eksterior lebih kecil serta balok pengeang yang lebih sedikit dapat meningkatkan resiko saat menerima beban lateral (Mostofinejad dan Hajrasouliha, 2019).

Perkuatan dilakukan dengan beberapa metode. Metode perkuatan yang paling sering digunakan adalah melapisi beton bertulang dengan pelat baja

(jaket baja), namun metode ini memerlukan tenaga dan perhatian pada *detail* yang baik serta rentan terhadap korosi (Laseima et al., 2020). Metode lainnya adalah *concrete jacketing*, yaitu melapisi elemen struktur dengan beton dan tulangan baru, tetapi metode ini memperbesar elemen sehingga kurang populer saat ini (Tayeh et al., 2019). Metode CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) digunakan karena dapat meningkatkan daktilitas dan tahan terhadap korosi serta sulfat (Ilia et al., 2020), menjadikan CFRP alternatif terbaik dalam pertimbangan kekuatan, kemudahan, waktu, dan estetika (Khoeri, 2021), meskipun penggunaan CFRP tetap memerlukan pembongkaran sebagian dinding maupun pelat lantai (Golias et al., 2021).

Obaidat et al., (2019) melakukan pengujian terhadap sambungan yang sudah mengalami kerusakan sebesar 80% yang diperbaiki dengan CFRP *Plate* pada *joint*, kekuatan dan ketahanan terhadap gaya geser meningkat setidaknya menyamai benda uji kontrol. Murad et al., (2020) melakukan pengujian sambungan dengan substitusi semen dan diperkuat dengan CFRP *Wrap* pada *joint*, menunjukan penggunaan *fly ash* paling baik dibandingkan dengan *iron filling* dan *silica fume*. Golias et al., (2021) melakukan pengujian terhadap sambungan yang kekurangan sengkang dengan CFRP *Ropes* pada *joint*, kinerja dan perilaku histeresis meningkat. Farhang et al., (2023) melakukan pengujian sambungan yang diperkuat dengan dua jenis lapisan CFRP, bahwa semakin tebal perkuatan, kemampuan elemen juga meningkat, meskipun tidak secara linier. Abou Elezz et al., (2024) melakukan pengujian sambungan yang

diperkuat dengan CFRP, GFRP (*Glass Fiber Reinforced Polymer*), dan pelat baja, bahwa penggunaan CFRP paling efektif dalam memperkuat struktur.

Penelitian ini berfokus pada gabungan ide dari penelitian terdahulu dengan membahas pengujian sambungan balok-kolom yang mempunyai tulangan sengkang yang memenuhi pada *joint* yang belum mengalami kerusakan, substitusi semen menggunakan *fly-ash* 50%, dan diperkuat CFRP *Wrap* dengan dua pola pemasangan yang memperhatikan kemungkinan pemasangan pada kondisi nyata untuk sambungan *eksterior*.

B. Perumusan Masalah

Bagaimana perilaku elemen struktur hubungan balok kolom yang diperkuat dengan CFRP terhadap pola kegagalan, kapasitas beban maksimum, penyerapan energi, dan penurunan kekakuan.

C. Batasan Masalah

1. Material Perkuatan

Penelitian ini menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) sebagai material perkuatan pada hubungan balok-kolom. Jenis dan konfigurasi CFRP yang digunakan adalah CFRP *unidirectional* dan konfigurasi yang digunakan disesuaikan dengan kemungkinan pemasangan.

2. Jenis Struktur

Penelitian difokuskan pada hubungan balok-kolom dari beton bertulang, dengan mutu beton $f'_c = 35$ MPa.

3. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban kuasistatik secara bolak-balik (*cyclic loading*) yang mensimulasikan gaya gempa pada hubungan balok-kolom.

4. Kondisi Awal

Hubungan balok-kolom tidak memiliki kerusakan atau retak awal, dan pengaruh faktor lingkungan (seperti suhu, kelembapan, atau korosi) tidak diperhitungkan.

5. Parameter Penelitian

Parameter utama yang dianalisis meliputi pola kegagalan, kapasitas beban maksimum, penyerapan energi, dan penurunan kekakuan. Penelitian tidak mencakup analisis perilaku hubungan balok-kolom di luar beban bolak-balik.

D. Keaslian Penelitian

Banyak penelitian hubungan balok kolom telah dilakukan dan didapatkan, perkuatan struktur dengan menggunakan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) terbukti efektif dalam berbagai aspek. Perkuatan dengan mencegah *debonding* dapat memindahkan sendi plastis, mencegah retak diagonal sehingga meningkatkan kapasitas serta penyerapan energi dan memindahkan kegagalan ke bagian balok (Obaidat et al., 2019) dan (Shahbazpanahi et al., 2019). pola perkuatan yang menyelimuti dapat meningkatkan kapasitas beban, indeks daktilitas, dan respon histerisis tanpa penurunan kekakuan, serta mampu

memindahkan sendi plastis (Ilia et al., 2020) dan (Golias et al., 2021), benda uji dengan material substitusi semen yang rusak total, diperbaiki dengan CFRP, dapat meningkatkan kekuatannya hampir dua kali lipat dari spesimen kontrol (Murad et al., 2020), semakin tebal perkuatan, kemampuan elemen juga meningkat, meskipun tidak secara linier (Hamzah et al., 2022) dan (Farhang et al., 2023), penggunaan CFRP, GFRP (*Glass Fiber Reinforced Polymer*), dan pelat baja, bahwa penggunaan CFRP paling efektif dalam memperkuat struktur (Abou Elezz et al., 2024).

Tinjauan literatur diatas mengungkapkan sebagian besar penelitian dilakukan untuk sambungan yang kekurangan tulangan sengkang pada joint, dan benda uji yang telah rusak. Namun demikian hanya sedikit penelitian yang merancang sengkang yang memenuhi pada sambungan, material substitusi semen, benda uji yang belum rusak, oleh karena itu penelitian ini berfokus pada pengaruh pemasangan perkuatan CFRP pada sambungan dengan konfigurasi yang dipasang memperhatikan kemungkinan pemasangan pada kolom *eksterior* dan jumlah lapisan disediakan guna meningkatkan kemampuan elemen struktur terhadap gaya lateral.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perilaku hubungan balok-kolom yang diperkuat dengan CFRP terhadap berbagai aspek kinerja struktural, yaitu mengevaluasi pola kegagalan, kapasitas beban maksimum, penyerapan energi, dan penurunan kekakuan pada hubungan balok-kolom setelah dilakukan perkuatan dengan CFRP. Hasil penelitian diharapkan memberikan pemahaman

yang lebih baik tentang efektivitas CFRP dalam meningkatkan kinerja hubungan balok-kolom.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan, sistematika penyusunan Laporan Tesis ini terbagi menjadi enam bab dengan inti pembahasan yang akan dilakukan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan penelitian, keaslian studi yang membedakan penelitian ini dari penelitian sebelumnya, serta manfaat dan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian, khususnya terkait perkuatan hubungan balok-kolom dengan CFRP.

BAB III LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori yang menjadi dasar atau landasan ilmiah dalam penelitian yang dilakukan.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan penelitian, termasuk metode, alat, dan bahan yang digunakan dalam mendukung proses penelitian.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis data yang diperoleh, dilengkapi dengan tabel, grafik untuk mendukung pembahasan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyimpulkan temuan utama berdasarkan hasil penelitian dan diskusi, serta memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut di masa mendatang.

