

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perencanaan bangunan, struktur beserta komponen struktur harus didesain agar mempunyai kekuatan desain di semua penampang, paling sedikit sama dengan kekuatan perlu yang dihitung untuk beban dan gaya terfaktor dalam kombinasi yang sedemikian rupa (SNI 2847, 2013). Struktur gedung dan rumah kekuatannya harus direncanakan terhadap pembebanan-pembebanan oleh beban hidup, beban mati, beban angin, beban gempa, dan beban khusus (SNI 1727, 1989). Berdasarkan macam-macam beban yang telah direvisi akan bekerja pada bangunan maka dapat ditentukan desain konstruksi bangunan yang memenuhi syarat keamanan dan kekuatan bangunan. Perencanaan ini berkaitan dengan kemampuan bangunan untuk mencapai masa layan tertentu (Mansour, 2015).

Dalam periode masa layan yang direncanakan, beberapa kondisi dapat memberikan dampak terhadap berkurangnya umur layan bangunan (Nurlina dkk, 2013). Salah satu kondisinya adalah pengalihan fungsi pada bangunan. Berdasarkan perhitungan Badan Pajak dan Retribusi Daerah (BPRD), per 28 Januari 2019 di DKI Jakarta terdapat 458 lahan dan bangunan yang ditemukan beralih fungsi (Salsabila, 2019). Pembebanan pada bangunan yang melebihi kapasitas perencanaan pembebanan awal dapat menyebabkan retak dan berujung pada kegagalan balok beton bertulang (Helmi, 2009).

Balok beton bertulang pada umumnya mengalami kegagalan lentur sehingga diperlukan perkuatan untuk meningkatkan kapasitas lenturnya (Siddika dkk., 2019). Banyak metode yang dapat dilakukan untuk perkuatan lentur balok beton bertulang. Beberapa metode perkuatan tersebut yaitu pembesaran penampang, pengikatan pelat baja, metode prategang eksternal, *near surface mounted* (NSM), dan sistem perlekatan eksternal (Mansour, 2015).

Metode perkuatan dengan sistem perlekatan eksternal pada permukaan tarik beton menggunakan material Fiber Reinforced Polymer (FRP) merupakan salah satu sistem perkuatan lentur balok beton bertulang yang paling efektif dan populer dalam beberapa dekade terakhir (Aules, Saeed, & Rad, 2020; Yazdani, Garcia, & Riad, 2018; Smith & Teng, 2002). Sistem ini dilakukan dengan melekatkan FRP pada permukaan beton menggunakan resin epoksi setelah persiapan permukaan beton yang dilakukan memadai (Zoghi, 2014). Di antara material FRP yang umum digunakan, material Carbon Fibre Reinforced Polymer (CFRP) memiliki kinerja terbaik dan paling umum digunakan dalam penguatan struktur (Tingyan dkk, 2020; Zilch dkk, 2014).

Banyak studi eksperimental yang telah dilakukan terkait perilaku balok beton bertulang yang diberikan perkuatan lentur menggunakan pelat CFRP dengan sistem perlekatan eksternal pada permukaan tarik. Jenis keruntuhan yang terjadi diantaranya yaitu seperti keruntuhan lentur dan keruntuhan pada bidang geser. Selain itu, banyak dari studi tersebut yang menunjukkan terjadinya keruntuhan prematur yaitu terjadinya debonding pada pelat CFRP dengan atau tanpa terangkatnya permukaan beton (Thamrin dkk, 2021; Al-Sawani dkk, 2020; Fu dkk, 2017; Kotynia dkk, 2008; Khomwan dkk, 2005; Smith & Teng, 2002, dll). Lekatan antarmuka FRP dengan beton merupakan bagian kritis dalam mentransfer tegangan dari substrat beton ke FRP (Yazdani, Garcia, & Riad, 2018). Tegangan antar muka yang terjadi dekat ujung laminasi penguat beberapa kali lebih besar daripada kekuatan substrat beton (Yang, Haghani, & Al-Emrani, 2019).

Perilaku debonding tersebut sering membatasi peningkatan kapasitas yang diharapkan dalam kinerja struktural hingga tidak termanfaatkannya sebagian besar potensi dari material FRP (Wu, Z., Wu, Y., & Fahmy, 2020; Al-Saawani dkk, 2020). Dari besarnya kapasitas ultimit yang seharusnya dapat didukung oleh pelat FRP, hanya sekitar 20% - 30% yang dapat dimanfaatkan sebagai perkuatan (Motavalli, Czaderski, & Pfyl-Lang,

2011). Debonding atau keruntuhan lekatan pelat CFRP dari beton yang diberikan perkuatan, dapat dilihat pada Gambar 1.1 (Thamrin dkk., 2021).



Gambar 1.1 Keruntuhan debonding pada balok beton bertulang yang diperkuat pelat CFRP (Thamrin dkk., 2021)

Studi analitik maupun numerik telah banyak dilakukan untuk menginvestigasi terkait keruntuhan debonding. Dalam penelitian ini, studi analisis dilakukan pada balok beton bertulang dengan variasi rasio tulangan dan diperkuat oleh pelat CFRP pada permukaan tarik beton. Data-data eksperimental diadopsi dari studi yang telah dilakukan oleh Thamrin, Zaidir, dan Zakiyyah (2021) dan studi oleh Ross, dkk (1999). Studi analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak berbasis elemen hingga nonlinear ATENA 2D dan model kurva bond-slip oleh Lu dkk (2005) untuk mengevaluasi keruntuhan debonding antar pelat CFRP dengan balok beton bertulang.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan secara umum untuk mengevaluasi keruntuhan lepasnya lekatan (debonding) antar pelat CFRP dengan beton pada balok beton bertulang yang diperkuat secara eksternal oleh pelat CFRP pada permukaan tarik. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sebagai berikut;

- 1) Kuat lentur balok
- 2) Kurva beban-defleksi balok
- 3) Kurva beban-deformasi pelat CFRP
- 4) Hubungan beban debonding eksperimental dan beban ultimit eksperimental dengan kurva beban-deformasi pelat CFRP
- 5) Kurva bond-slip; kekuatan lekatan antara pelat CFRP dengan beton, slip antara pelat CFRP dan beton saat mencapai kekuatan lekatan.

- 6) Hubungan deformasi pelat CFRP terhadap kurva bond-slip
- 7) Tegangan lekatan antar pelat CFRP dan Beton

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk mengetahui yaitu; perilaku balok beton bertulang yang diperkuat oleh pelat CFRP, penerapan model kurva bond-slip oleh Lu, dkk (2005) dalam mendapatkan kekuatan lekatan maksimum dan slip yang terjadi saat mencapai kekuatan lekatan maksimum pada pelat CFRP yang memperkuat balok beton bertulang pada permukaan tarik, dan untuk mengetahui hasil prediksi menggunakan perangkat lunak ATENA 2D.

1.4 Batasan Masalah

- 1) Balok beton bertulang diperkuat dengan pelat CFRP pada bagian bawah permukaan tarik balok.
- 2) Balok dengan tumpuan sederhana pada pembebanan dua titik (*four-point bending*).
- 3) Pemodelan balok pada ATENA 2D untuk lekatan antarmuka pelat CFRP dengan permukaan beton dianggap terlekat sempurna.
- 4) Kekuatan lekatan pelat CFRP pada balok dianalisis menggunakan kurva bond-slip dari Lu, dkk (2005).
- 5) Beban debonding eksperimental yang diperoleh dari literatur digunakan dalam analisis untuk mendapatkan deformasi pada pelat CFRP.
- 6) Dalam penelitian ini digunakan balok dengan variasi rasio tulangan tarik.



1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada tesis ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan review literatur dan akan dijelaskan mengenai uraian singkat teori yang menunjang penelitian pada tesis ini seperti material komposit FRP, kekuatan struktur beton menggunakan FRP, model antarmuka FRP-beton atau kurva bond-slip, tegangan lekatan pada pelat CFRP, dan pembahasan ringkas mengenai perangkat lunak ATENA 2D. Selain itu juga berisikan uraian singkat mengenai eksperimen yang diadopsi dalam tesis ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan pendahuluan, diagram alir metodologi penelitian, dan prosedur pelaksanaan penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian pada tesis ini.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil dari analisis menggunakan ATENA 2D, perbandingan antara kurva beban-defleksi hasil eksperimental, perhitungan teoritis, dan hasil analisis menggunakan ATENA 2D, pembahasan kurva beban-deformasi pelat CFPR, analisis data dengan mengadopsi model bond-slip yang diusulkan oleh studi terdahulu, dan analisis tegangan lekatan.

BAB V : KESIMPULAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya.

