

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dias dan Barros (2013) melakukan penelitian mengenai kuat geser balok tinggi T beton bertulang pada 4 benda uji balok dengan teknik *NSM* menggunakan perkuatan *CFRP* berbentuk plat dengan laminasi kemiringan  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ , dan  $90^{\circ}$ . Pada tingkat kedalaman laminasi yang berbeda diperoleh nilai yang sangat efektif, kuat geser dengan *CFRP* memperoleh peningkatan beban maksimum antara 66%-81%, sedangkan regangan tarik maksimum antara 12,2%-16,3%, hasil ini juga menyatakan bahwa semakin dalam laminasi pada balok maka akan semakin tinggi gaya geser yang diperoleh.

Kuriger dkk (2001) menunjukkan bahwa pengujian lentur terhadap balok-balok yang diberi *CFRP* akan mengakibatkan pengurangan regangan 11,5% sampai 58,6% pada tulangan tarik, dan pengurangan regangan tekan beton 3% sampai 33,5% serta mengurangi defleksi pada balok 8 % sampai 53,1%. Sedangkan tipe keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan geser pada beton, keruntuhan pada *CFRP* dan *debonding* pada *CFRP* yang mana didominasi oleh *debonding CFRP*.

Aprile dkk (2001) menyatakan bahwa pelat *CFRP* yang dilekatkan pada bagian bawah balok diperhitungkan sebagai satu kesatuan struktur yang menerima beban bersama-sama. Aksi komposit tersebut hanya dapat terjadi karena adanya lekatan yang baik antara kedua bahan tersebut. Peran *bond* sangat penting dalam menyalurkan tegangan dari beton ke *CFRP* atau sebaliknya. Kegagalan balok

beton bertulang yang diperkuat dengan pelat *CFRP* selalu diawali dengan *debonding* pada pelatnya.

Purwanto (2001) melakukan penelitian menggunakan 7 buah benda uji balok, 1 buah balok normal, dan 6 buah benda uji balok yang dibakar pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Pada sisi bawah/lentur diberi perkuatan carbon fiber *Strips*, dan pada bidang geser dengan carbon *wrapping* 1 lapis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model balok beton bertulang sampai suhu  $800^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam terjadi retak rambut disepanjang permukaan merubah warna menjadi abu-abu, menurunkan kuat tekan beton sampai 55,152%, kekakuan sebesar 28,81%, daktalitas sebesar 31,44%, kuat lentur ultimit sebesar 13,12% dan kuat geser ultimit sebesar 13,12%. Setelah model diperkuat pada daerah lentur dengan carbon fiber *strips* pada bagian bawahnya maka kekakuan akan meningkat sebesar 2,41%, kuat lentur ultimit naik sebesar 6,06%, kuat geser ultimit 6,06%, sementara daktalitas turun sebesar 18,01% terjadi pola keruntuhan geser yang bersifat getas. Setelah model diperkuat lentur dengan carbon fiber *strips* pada sisi bawah dan perkuatan geser dengan carbon *wrapping* 1 lapis, melihat pada sisi bawah dan kedua badan balok maka kekakuannya akan naik sebesar 8,04%, kuat lentur ultimit sebesar 75,68% dan kuat geser ultimit sebesar 75,68% sementara daktalitas turun sebesar 44,19%, keruntuhan yang terjadi adalah pola keruntuhan lentur yang bersifat daktil tetapi terjadi *debonding failure* antara sisi beton dengan sisi carbon *wrapping*.

Shahawy dkk (1999) menunjukkan bahwa pengaruh pelapisan *CFRP* sebanyak 1,2,3 dan 4 lapis pada bagian bawah dan badan balok beton bertulang

(*full wrapped*) akan meningkatkan kapasitas lentur masing–masing sebesar 19%, 44%, 59%, dan 70% dibandingkan balok tanpa dilapisi *CFRP* untuk pembebanan statis, kemampuan membawa momen (*moment-carrying capacity*) saat beban ultimit dibanding pada saat baja leleh untuk pelapisan 1, 2, 3 dan 4 lapis akan meningkat masing – masing sebesar 26%, 31%, 37% dan 39%, model keruntuhan yang terjadi untuk balok kontrol adalah tipe keruntuhan daktail dengan tipe keruntuhan lentur, untuk pelapisan 2 lapis *CFRP* spesimen akan runtuh setelah baja tulangan putus sedang untuk pelapisan 3 dan 4 lapis baja tulangan dan *CFRP* akan runtuh setelah terjadi kehancuran beton. Untuk pelapisan 2 lapis pada bagian bawah saja (*partially wrapped*) tegangan ultimitnya akan naik sebesar 11% dibanding balok tanpa perkuatan.

Nguyen dkk (2001) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan plat *carbon fiber reinforced polymer (CFRP)* menunjukkan adanya peningkatan kapasitas ultimit balok sampai 132% dengan bentuk kegagalan yang tergantung pada panjang pelat *CFRP*. Jenis kegagalan yang terjadi antara lain kegagalan lentur dan pecahnya beton antara plat *CFRP* dan tulangan longitudinal pada bagian ujung plat *CFRP*, kegagalan pecahnya beton terjadi ketika balok diperkuat dengan pelat *CFRP* dengan panjang pelat terbatas.

Iswari (2004) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa perkuatan lentur dengan 3 variasi penambahan tulangan pada balok beton bertulang akan meningkatkan kapasitas lentur 3 balok uji masing-masing sebesar 63,04%, 139,95% dan 124,14%, serta meningkatkan kekakuan balok sebesar 14,03%, 41,04% dan 100,18% dibandingkan terhadap balok kontrol.

Dewobroto (2005) melakukan analisis non linear untuk mensimulasi keruntuhan balok beton bertulang dengan program yang berbasis metode elemen hingga *ADINA* (2003). Dalam pemodelan ini, dianggap baja sebagai material homogen yang propertinya terdefinisi dengan jelas dan material beton merupakan material heterogen dari semen, mortar dan agregat batuan, yang properti mekaniknya bervariasi dan tidak terdefinisi dengan pasti dianggap material homogen dalam konteks macro. Sebagai benchmark data uji balok eksperimen, Dewobroto menggunakan seri pengujian balok dari Universitas Toronto (Vechio dan Shim, 2004).

