

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Retak pada balok dan kolom merupakan salah satu kerusakan yang sering terjadi pada struktur beton bertulang sehingga tulangan baja dapat mengalami korosi. Peristiwa korosi ini dipengaruhi oleh lingkungan seperti garam, bahan kimia dan kelembaban sehingga struktur mengalami penurunan umur rencana, kekuatan, kemampuan layan, kekakuan serta kegagalan struktural. Peristiwa korosi ini akan bertambah parah apabila struktur bangunan berada di lingkungan yang bersifat korosif (Mady, Hasaballa, El-Ragaby, & El-Salakawy, 2011). Ketahanan beton bertulang terhadap korosi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kualitas beton, menambah tebal selimut beton, dan mengganti posisi tulangan baja yang terletak di sudut penampang dengan bahan tidak berkarat seperti tulangan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP).

Tulangan FRP dianggap sebagai alternatif menjanjikan untuk tulangan baja dalam struktur beton terutama di lingkungan yang agresif (Qu, Zhang, & Huang, 2009). Tulangan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) memiliki kelebihan pada kekuatan yang besar, ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik (Yinghao & Yong, 2013). Kinerja balok beton bertulangan FRP telah dipelajari secara luas dan beberapa negara telah mengeluarkan kode atau panduan desain struktur beton yang diperkuat dengan FRP seperti *Japan Society of Civil Engineers* (JSCE) 1997, *Canadian Standard Association* (CSA) 2002, *American Concrete Institute* (ACI) 2006, CSA 2006 (Qu, Zhang, & Huang, 2009). Namun, tulangan FRP masih belum secara luas digunakan dalam struktur dikarenakan tulangan ini memiliki modulus elastisitas yang rendah sehingga menyebabkan lendutan komponen struktur lebih besar, retak yang banyak dan tulangan ini juga merupakan material yang elastis linear sehingga rentan akan kegagalan getas (Yinghao & Yong, 2013). Selain itu, biaya awal bahan FRP yang tinggi merupakan penghalang untuk penggunaan

struktur beton bertulangan FRP meskipun biayanya bisa diimbangi dengan penghematan tenaga kerja konstruksi dan biaya tabungan untuk pemeliharaan (Qu, Zhang, & Huang, 2009).

Perilaku beton bertulangan FRP di bawah paparan api cukup berbeda dengan beton bertulangan baja konvensional. Ketika tertanam di beton, kekurangan oksigen akan menghambat pembakaran penguat FRP, tetapi resin akan melunak. Waktu kritis akan terjadi ketika resin menyala permukaan tulangan FRP mencapai suhu transisi gelasnya. Pada titik ini, resin tidak akan bisa lagi untuk mentransfer tegangan dari beton ke serat, yaitu ikatan akan gagal. Secara lokal ini dapat mengakibatkan peningkatan lebar retak sehingga meningkatkan defleksi. Keruntuhan akan terjadi ketika suhu serat mencapai level di mana ia mulai terdegradasi. Ketahanan api dari beton bertulangan dengan tulangan FRP tergantung pada perubahan sifat mekanik FRP dan beton akibat paparan api. Masalah serius yang berkaitan dengan penggunaan FRP dalam struktur aplikasi adalah kurangnya kode desain dan spesifikasi. Namun, data pengaruh suhu tinggi pada FRP terbatas. Perilaku komposit ini ketika terkena api adalah kompleks dan tidak cukup dimengerti (Nadjai, Talamona, & Ali, 2005).

Kombinasi tulangan FRP dengan tulangan baja telah diusulkan sebagai solusi praktis dan efektif untuk struktur balok beton (Tan, 1997). Solusi optimal dapat dicapai dengan meletakkan tulangan FRP pada lapisan terluar zona tarik dan tulangan baja pada lapisan dalam zona tarik sehingga mendapat perlindungan lebih jauh dari korosi. Leleh pada tulangan baja memastikan daktilitas dan kekuatan dari FRP meningkatkan kapasitas *ultimate* setelah baja leleh. Artinya, tulangan baja didalam penampang memberikan kontribusi yang lebih kecil terhadap kapasitas elemen sedangkan kontribusinya lebih efektif dalam hal daktilitas dan kekakuan. Kehadiran tulangan baja juga mengurangi lebar dan jarak retak (Aiello & Ombres, 2002). Karena itu, kombinasi tulangan FRP dan tulangan baja dapat meningkatkan masa layan dan daktilitas dibanding hanya menggunakan tulangan FRP (Kara, Ashour, & Köroğlu, 2015).

Perilaku lentur tulangan hybrid dengan AFRP (*Aramid Fiber Reinforced Polymer*), CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) dan GFRP (*Glass Fiber Reinforced Polymer*) mulai banyak dikembangkan penelitian dalam beberapa dekade terakhir ini (Yinghao & Yong, 2013). Namun, hanya sedikit standar desain pada beton bertulangan *hybrid* yang telah dikembangkan. Meskipun penambahan tulangan baja pada beton bertulangan hybrid FRP dapat meningkatkan daktilitas lentur, kapasitas beton bertulangan hybrid FRP dapat menurun drastis karena kegagalan getas dari tulangan FRP jika rasio tulangan hybrid tidak didesain dengan baik. Rasio tulangan hybrid (A_f/A_s) adalah sebuah faktor kunci untuk mengoptimalkan keseimbangan antara peningkatan daktilitas dan ketahanan yang tinggi pada kapasitas (Qin, Zhou, & Lau, 2017).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk melihat titik leleh pada tulangan hybrid dengan lebih jelas melalui kurva pergerakan garis netral pada penampang balok beton bertulang ketika diberi beban lentur. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis perilaku balok beton bertulangan baja, GFRP, CFRP, maupun hybrid melalui kurva hubungan beban-lendutan balok beton bertulang dan kurva pergerakan garis netral penampang balok beton bertulang hasil uji eksperimental, hasil uji eksperimental dari studi literatur dan studi parametrik.
2. Menemukan alternatif memperkirakan nilai daktilitas
3. Menganalisis dan mendapatkan indeks perpindahan garis netral serta indeks kemiringan garis netral melalui kurva pergerakan garis netral penampang balok beton bertulangan hibrid.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menambah pengetahuan mengenai penggunaan tulangan hybrid pada balok beton bertulang yang menghasilkan kombinasi paling daktail dan
2. Untuk mempermudah dalam menganalisis perilaku balok beton bertulangan hybrid melalui kurva pergerakan garis netral penampang balok beton bertulangan hybrid.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini batasan masalah dipertimbangkan agar penelitian lebih terarah dan terfokus. Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian dibatasi untuk balok beton bertulang yang menggunakan tulangan baja, FRP dan tulangan hybrid (Baja & FRP).
2. Jenis tulangan FRP yang digunakan pada penelitian ini berupa : AFRP (*Aramid Fiber Reinforced Polymer*), CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) dan GFRP (*Glass Fiber Reinforced Polymer*).
3. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini dibantu dengan menggunakan program RCCSA (*Reinforced Concrete Cross Section Analysis*).
4. Analisis dilakukan pada balok beton bertulang hasil eksperimental sebanyak 14 balok, hasil eksperimental dari studi literatur sebanyak 22 balok dan studi parametrik sebanyak 12 balok yang secara detail akan dijelaskan pada **Bab III (Metodologi Penelitian)**.
5. Analisis hanya dilakukan pada kurva beban-lendutan dan kurva pergerakan garis netral penampang balok beton bertulang.
6. Didalam analisis ini digunakan model matematis tegangan-regangan beton yang diusulkan oleh Todeschini dan Mender pada beton terkekang. Untuk tulangan baja digunakan model tegangan-regangan bilinear dengan regangan putus sebesar 0,05. Dan untuk tulangan FRP digunakan model tegangan regangan linear.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan thesis ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang literatur yang mendukung topik penelitian berupa : beton bertulang yang didalamnya dijelaskan mengenai material penyusun beton, perilaku mekanika beton, material penyusun baja, perilaku mekanika baja, jenis, material penyusun dan perilaku mekanika tulangan FRP (GFRP,CFRP,dan AFRP); daktilitas; hubungan momen kurvatur penampang balok beton bertulang; analisis lentur penampang beton bertulang menggunakan program RCCSA; dan pergerakan garis netral penampang beton bertulang.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang pendahuluan, diagram alir penelitian dan prosedur pelaksanaan penelitian

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil eksperimental, hasil eksperimental studi literatur, hasil analitik program RCCSA eksperimental dan eksperimental studi literatur serta studi parametrik, hasil analisis indeks perpindahan garis netral dan indeks kemiringan dari kurva pergerakan garis netral penampang balok beton bertulang.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah didapat pada bab IV untuk penelitian tesis ini.