

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Balok tinggi adalah komponen struktur dengan rasio bentang geser per tinggi efektif a/d kira-kira kurang dari 2,0 sampai 2,5 (Schlaich dkk, 1987; Wight dan MacGregor, 2012). Arabzadeh dkk (2009) menambahkan bahwa balok tinggi beton bertulang telah menjadi elemen struktural penting. Perilaku dan kekuatan geser ultimit telah menjadi subyek dari banyak peneliti yang ditujukan untuk mengetahui pengaruh parameter yang efektif. Birrcher dkk (2014) mengatakan karena angka a/d pada balok tinggi kecil maka sebagian besar beban yang diterapkan mengalir langsung ke tumpuan. Hal tersebut ditambahkan oleh Smith dan Vantsiotis (1982) yang mengatakan bahwa dengan a/d kecil dan jika tulangan longitudinal yang digunakan berjumlah normal, maka mengakibatkan kekuatan balok tinggi akan lebih dikontrol oleh kuat geser daripada lentur. Oh dan Shin (2001) mengatakan bahwa kuat geser balok tinggi secara signifikan lebih besar daripada balok ramping konvensional (*slender*) karena: 1). kapasitas balok tinggi meredistribusi gaya dalam terjadi sebelum balok mengalami kegagalan dan 2). balok tinggi mengembangkan mekanisme transfer gaya yang sangat berbeda dibandingkan balok ramping konvensional (*slender*). Berdasarkan alasan tersebut maka teori penampang balok tidak bisa diaplikasikan untuk balok tinggi sehingga metode analisis lain harus digunakan untuk mendesain balok tinggi, salah satunya adalah *Strut and Tie Model (STM)* (Birrcher dkk, 2014). Alasan di atas juga didukung oleh Park dan Kuchma (2007) yang mengatakan bahwa *STM* sudah

umum digunakan dan diakui sebagai metode rasional untuk mendesain balok tinggi.

Menurut Hwang dan Lee (2002) yang mengatakan bahwa metode *STM* merupakan pengembangan dari analogi rangka batang (*truss analogy*) yang diperkenalkan oleh Ritter (1899) dan Morsch (1902). *STM* sangat berguna untuk memprediksi kekuatan daerah diskontinuitas (*Disturb region/D-region*) yang mana teori penampang balok tidak bisa diaplikasikan. *STM* dapat divisualisasikan sebagai aliran gaya dengan mengidentifikasi daerah diskontinuitas dengan *strut* yang mewakili aliran tekanan pada ikatan beton dan *tie* yang mewakili tulangan tarik longitudinal. Tuchscherer dkk (2016) menambahkan kapasitas balok tinggi tergantung pada kekuatan desak beton pada *strut* dan *nodal zone*. *Nodal zone* merupakan titik persimpangan *strut*, *tie* dan tumpuan atau pembebanan (Martin dan Sanders, 2007).

Berdasarkan pengamatan penulis, terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk memprediksi kuat geser ultimit balok tinggi beton bertulang menggunakan metode *STM*. Seperti Arabzadeh dkk (2009) memprediksi kuat geser ultimit menggunakan metode *STM* pada balok tinggi beton bertulang sederhana dengan dua tumpuan yang dikenai beban titik, berdasarkan 324 hasil pengujian balok tinggi yang diperoleh oleh peneliti lain. Hasil prediksi yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan beberapa hasil prediksi dari beberapa metode pengembangan *truss model* terdahulu, metode dalam ACI 318-05 maupun dalam Canadian Standard Association (CSA) A23.3-94. Hasil menunjukkan bahwa model persamaan yang diusulkan mampu untuk memprediksi kuat geser

balok tinggi dengan akurasi yang dapat diterima dan lebih baik dibandingkan metode lainnya tersebut.

Dalam penelitian ini, penulis mencoba menerapkan metode *STM* yang diusulkan oleh Arabzadeh dkk (2009) untuk memprediksi kuat geser ultimit pada balok tinggi-T beton bertulang dengan dua tumpuan yang dikenai beban titik. Pemilihan balok tinggi-T beton bertulang sebagai obyek penelitian dikarenakan dalam sistem portal elemen balok satu kesatuan (*monolit*) dengan pelat lantai, sehingga dipilih pemodelan desain sebagai balok T. Selain itu, setelah melakukan studi literatur penulis belum menemukan penelitian mengenai *STM* sebagai metode untuk memprediksi kuat geser balok tinggi-T beton bertulang.

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari studi literatur mengenai pengujian kuat geser ultimit balok tinggi-T beton bertulang. Melalui penelitian ini ingin dilihat apakah persamaan *STM* yang diusulkan memberikan hasil prediksi yang akurat dan konservatif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah dikemukakan pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model analogi rangka batang *STM* balok tinggi-T beton bertulang berdasarkan trayektori tegangan dari pemodelan *Finite Element Method (FEM)* di program Abaqus 6.14 *Student Edition*?
2. Bagaimana mendapatkan persamaan yang diusulkan untuk memprediksi kuat geser ultimit balok tinggi-T beton bertulang berdasarkan metode *STM* yang

diusulkan oleh Arabzadeh dkk (2009) dan menggunakan model analogi rangka yang diperoleh dari pemodelan *FEM*?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan agar penelitian dapat lebih terfokus dan terarah sehingga dapat lebih maksimal. Adapun batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Materi penelitian diambil dari data sekunder pengujian kuat geser ultimit yang dilakukan oleh berbagai peneliti lain.
2. Balok yang ditinjau merupakan balok tinggi-T dengan $a/d \leq 2.5$.
3. Jenis beton yang ditinjau merupakan beton konvensional.
4. Mutu beton yang ditinjau merupakan mutu normal.
5. Pengujian kuat geser ultimit balok dilakukan di atas dua tumpuan sederhana dengan beban titik di bagian atas balok-T.
6. Pemodelan balok dengan *FEM* untuk mendapatkan model analogi rangka batang menggunakan program Abaqus 6.14 *Student Edition*.

1.4. Keaslian Penelitian

Berdasarkan pengamatan penulis, penelitian mengenai metode *STM* untuk memprediksi kuat geser ultimit balok tinggi beton bertulang sudah berkali-kali dilakukan, tetapi baru sebatas balok tinggi biasa (segi empat), belum balok tinggi-T. Oleh karenanya, penulis terpanggil untuk membahas penggunaan *STM* untuk jenis balok tinggi-T.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan ini sebagai berikut :

1. Meluaskan wawasan khususnya pada penelitian metode *STM* untuk memprediksi kuat geser ultimit balok tinggi-T beton bertulang.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai terapan ilmu yang sudah diperoleh selama kuliah di Program Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Memahami model analogi rangka batang *STM* balok tinggi-T beton bertulang berdasarkan trayektori tegangan dari pemodelan *FEM* di program Abaqus 6.14 *Student Edition*.
2. Memahami makna persamaan yang diusulkan untuk memprediksi kuat geser ultimit balok tinggi-T beton bertulang berdasarkan metode *STM* yang diusulkan oleh Arabzadeh dkk (2009) dan membandingkannya dengan hasil-hasil eksperimental dari berbagai peneliti.