BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Struktur bangunan gedung beton bertulang pada dasarnya tersusun atas elemen-elemen lentur yang berupa plat, batok dan kolom.

Plat, elemen lentur yang mendukung seluruh beban untuk diteruskan ke pondasi bangunan melalui kolom, pada kenyataannya mempunyai bentangan yang sangat terbatas. Hal ini berkaitan dengan adanya persyaratan yang harus dipenuhi mengenai panjang bentang teoritis untuk mendapatkan ketebalan struktur plat yang hemat dan praktis. Untuk mendapatkan hal tersebut, yakni bentangan panjang dengan ketebalan yang hemat dan beban mati sekecil mungkin, maka dibangun elemen-elemen struktur beton bertulang berupa balok maupun balok silang (sistem balok anak dan induk) yang menopang plat. Hubungan antara plat dan balok merupakan suatu kesatuan monolit.

Analisa dan perencanaan sistem struktur seperti di atas, yakni plat dan balok yang dicetak menjadi satu kesatuan monolit

didasarkan anggapan adanya interaksi antara plat dan balok saat menahan Momen Lentur Positif yang bekerja pada balok. Interaksi antara plat dan balok yang menjadi satu kesatuan pada penampangnya membentuk huruf T tipikal, dan oleh karena itulah balok-balok tersebut dinamakan sebagal Balok-T.

Salah satu persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI T-15-1991-03 dan ACI Buiiding CODE dalam mendisain suatu tampang elemen lentur beton bertulang yang harus dipenuhi adalah kekuatan lentur dan mengacu kepada "Daktilitas Minimum°. Daktilitas ini digambarkan sebagai kelengkungan ultimit (The Uitimate Curvature, Φu) pada tampang, dan juga berhubungan dengan regangan tarik ultimit baja ε_{su}. Apabila nilai ε_{su} melebihi regangan luluh baja ε_y dengan batas-batas tertentu, maka penampang tersebut dapat diterima sebagai elemen struktur yang aman. Bila batas ini naik, maka begitu pula daktilitas penampang tersebut akan naik pula.

Dalam kasus balok tampang-T pada struktur balok sederhana ('Simple beam") yang menerima beban dan momen relatif besar sering mengalami lendutan yang besar, walaupun masih dalam batas-batas keamanan akan tetapi dapat mengganggu segi estetika.

Pada prinsipsinya daktilitas suatu elemen lentur beton bertulang tampang-T dalam Metode Perencanaan Kekuatan (Strength Design Method, SD Method) dicapai bilamana penampang tersebut mengandung sejumlah tulangan baja tarik (As) kurang dari yang diperlukan untuk

mencapai keseimbangan regangan (Asb). Penambahan tulangan baja yang melebihi Asb tidak akan memperiihatkan daktilitas bila dibebani sampai gagal. Ini disebabkan tegangan ultimit dalam baja di bawah kuat luiuh.

Untuk memenuhi hal tersebut maka ditetapkan koefisien pembatas untuk tulangan baja tarik yang sekaiigus sebagai batasan daktilitas minimum, yakni

$$A_S \leq A_{s,max}, \text{ dengan } A_{s\,max} = \alpha - A_{sb}$$

$$\alpha = 0{,}75$$

Penampang dengan batasan tulangan seperti tersebut di atas akan memperiihatkan lenturan yang besar setelah baja mencapai titik leleh, sehingga memberikan peringatan yang tepat sebelum gagalnya balok dalam waktu dekat. Kondisi seperti inilah yang diharapkan oleh perancang, karena kegagalan balok akan didahului oleh peringatan sehingga memperkecii resiko yang akan terjadi. Namun demikian, suatu hal yang tidak disadari oleh kebanyakan para perancang adalah

bahwa ACI Building CODE pasal 10.3.3 menekankan batasan daktilitas minimum pada balok tampang-T dari pada balok tampang empat persegi panjang. Hal ini terlihat pada suatu perhitungan batas regangan minimum baja tarik $\varepsilon_{su,\,min}$.

Batas regangan minimum baja tarik untuk tampang-T $\varepsilon_{su,T}$ akan selalu lebih besar dibandingkan dengan batas regangan minimum baja tarik

untuk tampang empat persegi panjang $\varepsilon_{su,R}$. Besarnya $\varepsilon_{su,R}$ ini tetap konstan untuk suatu harga kuat luluh suatu penulangan, sedangkan besarnya $\varepsilon_{su,T}$ bervariasi. Faktor yang mempengaruhi besarnya harga $\varepsilon_{su,T}$ ini adalah geometri tampang itu sendiri, yakni perbandingan antara lebar flens dan lebar badan balok (bf/bw) maupun perbandingan antara tebal flens dan tinggi efektif balok (t_f/d).

1.2. Permasalahan

Pada kenyataannya, analisa dan perencanaan elemen lentur beton bertulang balok bertampang T mempunyai kelemahan dalam memenuhi ketentuan-ketentuan mengenai persyaratan Daktilitas minimum yang ditetapkan oleh ACI Building CODE maupun SK SNI T-15-1991-03.
Hal ini diakibatkan banyaknya faktor yang mempengaruhi besarnya harga $\varepsilon_{su,T}$ pada setiap penulangan. Seperti yang telah disebutkan pada sub bab pendahuluan bahwa faktor yang mempengaruhi adalah geometri tampang itu sendiri, selain perbandingan antara lebar flens dan lebar badan balok (b_f / b_w) maupun perbandingan antara tebal flens dan tinggi efektif (t_f/d) juga dipengaruhi oleh parameter ε_{cu},ε_y serta α.

Kondisi balok pada saat mengalami Momen lentur yang relatif besar, tampang yang dirancang memenuhi persyaratan ACI Building

CODE pasal 10.3.3 maupun SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.3, pada batas tertentu luas penulangan tarik yang dibutuhkan (A_s) melebihi luas penulangan maksimal yang ditetapkan oleh peraturan ($A_{s,max} = 0,75\ A_{sb}$).

Kondisi atau keadaan semacam itu terutama dialami pada balok balok T yang ditopang secara sederhana (*"Simpie Beam"*), yakni yang digunakan pada struktur pracetak, bangunan gudang, struktur parkir ataupun pada konstruksi jembatan.

Pada struktur seperti di atas ada kemungkinan Momen Lentur M" akan cukup besar melampaui 0,8 . $M_{n\,max}$. maka ini perlu menetapkan tulangan tekan untuk mengimbangi kelebihan momen lentur yang ada, yakni M_{max}. 0,8 . $M_{n\,max}$. Disamping itu juga menetapkan suatu tulangan tarik tambahan pada daerah tarik.

Memenuhi daktilitas minimum yang ditetapkan oleh peraturan, untuk tampang- T pada konstruksi seperti di atas akan menghasilkan sejumlah luas tulangan baja lebih besar daripada yang dibutuhkan apabila perancang diperkenankan mengacu pada daktilitas minimum yang diminta pada penampang empat persegi panjang.

1.3. Tujuan

Tujuan dari kajian ini, ialah bagaimana mendisain elemen lentur beton bertulang balok bertampang-T yang dikenakan Momen Lentur relatif besar agar mendapatkan tampang yang praktis. Karena daktilitas tampang-T yang mengacu pada ketentuan ACI Building CODE dan SK SNI

T-15-1991-Q3 sangat besar sekali (melendut sekali, tidak memenuhi kelayanan), maka tampang-T didisain agar memenuhi sifat kelayanan. Walaupun tidak mengacu pada ketetapan ACI & SK SNI akan tetapi masih dalam batas-batas keamanan yakni dengan memakai harga $\varepsilon_{su.R}$ ke dalam disain tampang-T.

1.4. Batasan Masalah

Karena banyaknya masalah yang berkaitan dengan struktur beton bertulang, khususnya elemen lentur balok T, maka penulisan Tugas Akhir ini dibuat batasan masalah agar kajian ini terfokus pada substansinya dan jelas. Di dalam penulisan tugas akhir ini, sebagai contoh perhitungan adalah gelagar memanjang pada suatu struktur jembatan.

Batasan masalah penulisan Tugas Akhir yang berbentuk studi literatur ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Struktur diletakkan di atas dua tumpuan (struktur balok sederhana) dengan bentang 10 m
2. Struktur hanya menerima beban merata dan ditinjau hanya menahan beban statis
3. Tegangan karakteristik beton yang digunakan sebesar 28 MPa
4. Kuat tarik baja atau tegangan luluh baja (f_y) sebesar 414 MPa
5. "Regangan terkecil yang diperkenankan pada baja tarik" tampang T (ε_{su}) digunakan $\varepsilon_{su.R}$.
6. Perhitungan desain balok hanya meninjau akibat beban lentur

7. Perhitungan desain balok sebagai solusi agar desain mencapai sifat serviceability yang memuaskan, yakni agar balok tidak terlalu melendut walaupun masih dalam batas keamanan.

1.5. Cara Studi

Penulisan tugas akhir yang berbentuk studi literatur ini bersifat menyajikan solusi pada pendisainan balok-T agar salah satu sifat kelayanan tercapai dengan memuaskan. Salah satu sifat kelayanan itu, yakni mengendalikan lendutan yang berlebihan agar struktur memenuhi estetika yang diharapkan.

Dalam studi ini lebih menekankan kepada pengendalian daktilitas balok tampang-T menggunakan formula regangan batas yang diperkenankan pada balok tampang empat persegi panjang sehingga terpenuhi salah satu persyaratan sifat kelayanan, yakni lendutan yang tidak berlebihan.