

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Umum

Syarat mutlak guna mendapatkan keuntungan dalam memakai suatu metode, yaitu bahwa metode tersebut lebih efisien dibanding metode lainnya. Demikian juga dalam merencanakan struktur balok T, perlu dicari/dipakai metode seefisien mungkin.

Metode yang umum digunakan dalam struktur bangunan di Indonesia adalah metode elastis dan kekuatan batas. Kedua metode tersebut tercantum di dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03). PBI 1971 lebih menyarankan metode elastis, sedangkan SK SNI 1991 justru sebaliknya yaitu metode kekuatan batas, sedangkan metode elastis merupakan metode alternatif.

Untuk mengetahui tingkat efisiensi dari kedua metode dalam merencanakan balok T diadakan analisa kapasitas tampang, guna mendapatkan momen perencanaan yang mampu didukungnya, kemudian dianalisis momen riil yang bekerja. Dari momen riil yang bekerja didapat nilai banding dari metode kekuatan batas ke elastis, yaitu dengan membagi riil kekuatan batas terhadap riil elastis. Nilai banding ini dipakai untuk menyetarakan nilai momen perencanaan metode kekuatan batas terhadap metode elastis. Setelah nilai momen kekuatan batas disetarakan terhadap elastis, maka penentuan efisiensi dapat ditentukan.

### 1.1. Latar Belakang

Pembaharuan merupakan hal yang penting dan tidak dapat dihindari dalam pembangunan. Demikian pula dalam ilmu pengetahuan, tuntutan untuk mengadakan pembaharuan nampaknya tidak dapat dihindari lagi, bahkan menjadi konsekuensi dari kemajuan pembangunan.

Demikian pula yang terjadi pada peraturan struktur bangunan di Indonesia, khususnya struktur beton, terakhir yakni dari Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 menjadi Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03). Pembaharuan ini mempunyai maksud dan tujuan sebagai acuan bagi para perencana dan pelaksana dalam melaksanakan pekerjaan struktur beton yang lebih memenuhi syarat, guna mendapatkan hasil pekerjaan struktur beton yang aman dan ekonomis. Pada pembaharuan ini, ketentuan-ketentuan untuk kekuatan bahan dipakai semaksimal mungkin. Dan dipakainya faktor beban dan reduksi keamanan pada pemakaian bahan.

Secara konsepsi, pembaharuan-pembaharuan ini lebih realistis dalam memperhitungkan keamanan struktur dan efisiensi (ekonomis) dalam perencanaan struktur beton, sehingga dapat dikatakan pembaharuan ini benar-benar upaya dalam meningkatkan kesejahteraan manusia.

Secara garis besar PBI 1971 memuat beberapa hal yang penting antara lain sebagai berikut :

1. Didalam perhitungan dengan menggunakan metode elastis atau metode tegangan kerja, yaitu suatu komponen struktur direncanakan sedemikian rupa sehingga tegangan yang diakibatkan oleh aksi dari beban layan (beban kerja) dan yang dihitung secara mekanika dari unsur-unsur yang elastis, tidak melampaui suatu nilai ijin yang ditetapkan terlebih dahulu. Tegangan ijin yang ditetapkan jauh lebih kecil dari tegangan leleh bahan, dan perbandingan tegangan terhadap regangan masih dianggap linier.
2. Memperkenalkan perhitungan dengan metode kekuatan batas, yang meskipun belum merupakan keharusan untuk dipakai hanya sebagai metode alternatif saja.
3. Memperkenalkan dasar-dasar perhitungan bangunan tahan gempa.

Sedangkan pada SK-SNI T-15-1991-03 memberikan ketentuan baru, antara lain yang terpenting adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan perencanaan lebih diutamakan serta lebih diarahkan untuk menggunakan metode kekuatan batas, sedangkan cara elastis masih tetap dicantumkan sebagai alternatif.
2. Konsep hitungan keamanan dan beban yang lebih realistik dihubungkan dengan tingkat daktilitas struktur.
3. Menggunakan satuan SI dan notasi yang disesuaikan dengan yang dipakai dikalangan internasional.

4. Ketentuan-ketentuan detail penulangan yang lebih rinci dan mendalam untuk beberapa komponen struktur.

Sudah barang tentu, pembaharuan-pembaharuan teknologi dan perilaku struktur beton tidak berhenti pada SK-SNI 1991 saja, akan tetapi terus berkembang sesuai dengan perkembangan jaman. Standar dan peraturan yang mengatur tata cara perencanaan juga menyesuaikan yang terbaru.

Dalam perhitungan metode elastis atau metode tegangan kerja digunakan nilai "n" yang nilainya tergantung dari mutu bahan dan menitik beratkan pada kondisi beban kerja. Sedangkan perhitungan dengan metode kekuatan batas memungkinkan pemilihan faktor beban yang lebih rasional dan memanfaatkan kekuatan yang tersedia (reserver of strength) yang diakibatkan oleh distribusi tegangan yang lebih efisien karena adanya regangan inelastis.

Balok T adalah balok yang dicetak menjadi satu kesatuan monolit dengan plat lantai atau atap, didasarkan pada anggapan bahwa antara plat dengan balok-balok terjadi interaksi saat menahan momen lentur positif yang bekerja pada balok. Interaksi antara plat dan balok-balok yang menjadi satu kesatuan pada penampangnya membentuk huruf T tipikal, dan oleh karena itulah balok-balok tersebut dinamakan sebagai balok T. [6]

## **1.2. Kajian Pustaka**

### **1.2.1. Metode elastis**

Metode elastis merupakan metode yang menganggap bahwa

tegangan leleh (pada baja) di dalam konstruksi merupakan keadaan yang sangat berbahaya (suatu keruntuhan), kemudian ditetapkan tegangan-tegangan tertentu yang tidak boleh dilampaui dalam konstruksi yaitu tegangan-tegangan ijin. Tegangan ijin ini diambil cukup rendah, jauh di bawah tegangan leleh, dan diperoleh dengan membagi nilai tegangan leleh dengan koefisien keamanan.

Pada metode ini beton dianggap bahan elastis sempurna, maka pada perhitungan-perhitungan berlaku prinsip :

1. Prinsip Bernoulli, bidang rata tetap rata, setelah mengalami lentur dan tetap tegak lurus pada sumbu bagian konstruksi,
2. Prinsip Navier, regangan-regangan suatu pemampang berbanding lurus dengan jarak ke garis netral.

Hubungan antara tegangan desak beton dan regangan desak adalah linier dan ditentukan oleh modulus elastis sekan beton ( $E_c$ ). [4]

Faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan struktur dalam metode elastis diuraikan lebih lanjut berikut ini .

#### 1). Koefisien Keamanan

Koefisien adalah suatu nilai yang dipakai untuk merubah nilai tegangan leleh menjadi tegangan ijin sebagai batasan tegangan dalam perencanaan. Nilai tegangan ijin ini selalu lebih kecil dari nilai tegangan leleh, sehingga koefisien ini berfungsi sebagai pemberi keamanan pada perencanaan struktur.

## 2). Tegangan ijin

Tegangan ijin adalah tegangan yang menjadikan tegangan yang tidak boleh terlampaui dalam menentukan tegangan perencanaan. Tegangan ijin ini didapat dari nilai tegangan leleh bahan dibagi dengan nilai koefisien keamanan.

## 3). Nilai "n" (angka ekivalensi)

Nilai "n" adalah nilai banding modulus baja dengan modulus beton. Perbandingan ini dapat mewakili nilai tegangan baja dalam mendukung beban terhadap tegangan lentur ijin beton.[4]

### 1.2.2. Metode Kekuatan Batas

Metode kekuatan batas pada dasarnya mirip dengan yang digunakan metode elastis. Perbedaannya terletak pada kenyataan yang didapat dari berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan tekan beton kira-kira sebanding dengan regangannya hanya sampai pada tingkat pembebanan tertentu. Pada tingkat pembebanan ini, apabila beban ditambah terus, tegangan tekan beton tidak lagi sebanding dengan regangannya berarti distribusi tegangan tekan tidak lagi linier. Bentuk blok tegangan beton tekan pada penampangnya berupa garis lengkung dimulai dari garis netral dan berakhir pada serat tepi terluar. Apabila kapasitas batas kekuatan beton terlampaui ( $\epsilon'_b$  maks) mencapai 0,003 sedangkan tegangan tarik baja tulangan mencapai luluh  $f_y$ , balok mengalami hancur.[6]

Faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan struktur, adalah sebagai berikut ini :

### 1). Faktor beban ( $\tau$ )

Faktor beban adalah faktor yang dipakai untuk menaikkan beban yang diperkirakan bekerja (beban perencanaan), agar mencapai beban runtuh yang menyebabkan struktur diambang keruntuhan. Dengan dipakainya faktor beban, berarti struktur direncanakan mampu menahan beban-beban dalam keadaan kritis sehingga struktur dapat menyediakan keamanan yang cukup tinggi.

### 2). Faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ )

Macam-macam faktor reduksi kekuatan :

1. lentur, dengan atau tanpa tarik aksial
2. Tarik aksial
3. Geser dan puntir
4. dll

Pemakaian faktor reduksi kekuatan dimaksudkan untuk memperhitungkan kemungkinan penyimpangan terhadap kekuatan bahan, pengerjaan, ketidak tepatan ukuran, pengendalian dan pengawasan pelaksanaan, yang sekalipun masing-masing faktor mungkin masih dalam toleransi persyaratan tetapi kombinasinya memberikan kapasitas yang lebih rendah. Dengan demikian, apabila faktor  $\phi$  dikalikan dengan kekuatan ideal teoretik berarti sudah termasuk memperhitungkan tingkat daktilitas, kepentingan, serta tingkat ketepatan ukuran suatu komponen struktur sedemikian sehingga kekuatannya dapat ditentukan. [6]

### 1.2.3. Analisa perhitungan nilai penyetaraan

Tingkat efisiensi perencanaan balok T antara metode elastis dan metode kekuatan batas, tidak dapat langsung diketahui hanya dengan membandingkan antara nilai momen rencana yang didapat dari analisa kapasitas tampang. Hal ini disebabkan karena pada perencanaan metode elastis, tegangan ijin beton yang digunakan sebesar  $0,33 \sigma'_{bk}$  tanpa faktor beban, sedangkan pada perencanaan kekuatan batas tegangan yang digunakan adalah  $f'c = 0,83 \sigma'_{bk}$  dengan faktor beban.

Tegangan ijin baja pada perencanaan metode elastis digunakan sebesar  $0,58 \sigma_{au}$  sedangkan metode kekuatan batas tegangan baja yang digunakan adalah tegangan lelehnya ( $f_y$ ), apabila regangan pada baja tulangan lebih besar regangan luluhnya ( $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ ).

Agar dapat menentukan tingkat efisiensi dari kedua metode tersebut harus dicari dahulu nilai penyetaraannya, baru dibandingkan diantara keduanya.

Nilai penyetaraan ( $\ddot{e}$ ) dapat dicari sebagai berikut :

$$\ddot{e} = \frac{M(\text{kekuatan batas})}{M(\text{elastis})}$$

## 1.3. Analisa dan Disain Tampang T.

### 1.3.1. Analisa tampang T

Kekuatan suatu balok terhadap beban dan momen riil yang dapat didukungnya dapat diketahui dengan menganalisa ulang kapasitas tampang balok tersebut.



Dalam tugas akhir ini, analisa tampang akan ditinjau pada keadaan seimbang (balanced).

Pada perencanaan elastis, keadaan seimbang tercapai bila secara bersamaan tegangan desak bagian terluar beton mencapai tegangan ijin beton dan tegangan baja tarik terluar mencapai tegangan ijin baja.[4]

Pada perencanaan kekuatan batas, keadaan ini tercapai bila secara bersamaan regangan desak beton terluar mencapai nilai  $\epsilon_c = 0,003$ , sedangkan regangan tarik baja terluar sama dengan regangan leleh baja ( $\epsilon_c = 0,003$ ,  $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ ).[7]

### 1.3.2. Disain balok T

Dalam merencanakan balok T, pada langkah awal disarankan untuk menentukan apakah balok tersebut berperilaku sebagai balok T persegi( daerah desak sepenuhnya di *flens*) atau balok T murni( daerah desak terjadi pada *flens* dan sebagian pada badan). Apabila ditentukan sebagai balok T persegi, maka prosudur perencanaan sama dengan yang dilakukan pada perencanaan balok persegi bertulangan tarik. Sedangkan apabila sebagai balok T murni perencanaan dilakukan dengan cara perkiraan yang kemudian diikuti dengan analisis. Berdasarkan pada bentuknya, umumnya *flens* menyediakan daerah tekan yang lebih dari cukup sehingga blok tegangan tekan seluruhnya terletak didalam daerah *flens*. Sehingga hampir selalu dijumpai bahwa balok T umumnya dianalisa dan direncanakan sebagai balok T persegi. [6]

Perencanaan balok T adalah proses menentukan dimensi tebal dan lebar *flens*, lebar dan tinggi efektif badan balok dan luasan baja tarik. Dalam perencanaan balok T yang mendukung lentur momen positif umumnya sebagian dari kelima bilangan tersebut sudah diketahui terlebih dahulu. [6]

#### 1.4. Rumusan Masalah.

Sejauh mana tingkat efisiensi perencanaan perhitungan balok T dengan memakai metode elastis dan metode kekuatan batas dengan diperoleh menganalisa ulang kapasitas tampang balok T yang ditinjau terhadap momen yang mampu didukungnya.

#### 1.5. Tujuan penulisan

Membandingkan antara metode kekuatan batas dengan metode elastis dalam mendukung momen, sehingga dapat diketahui metode yang lebih efisien dalam perencanaan balok T.

#### 1.6. Manfaat/ Faedah

Manfaat dari perbandingan perencanaan balok T dengan memakai metode elastis dan metode kekuatan batas antara lain sebagai berikut :

1. Untuk menentukan metode perencanaan balok T yang lebih efisien, terhadap momen yang dapat didukungnya.
2. Dengan memakai perencanaan balok T yang efisien, berarti dapat memperoleh dimensi balok T yang lebih kecil (beton maupun tulangnya), sehingga lebih ekonomis dalam biaya.

### 1.7. Batasan Masalah

Batasan masalah ini dibuat agar masalah yang akan dibahas lebih terarah. Adapun batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Balok yang akan dibahas adalah balok T.
2. Metode elastis adalah metode yang disarankan menurut PBI 1971, sedangkan metode kekuatan batas adalah metode yang disarankan menurut SK-SNI 1991.
3. Yang dimaksud dengan tingkat efisiensi adalah tingkat kemampuan dari balok T terhadap momen yang dapat didukungnya.
4. Tinjauan dilakukan dengan menganalisa ulang terhadap kapasitas tampang balok T bertulangan tarik terhadap lentur, dengan panjang bentang dan luas tulangan bervariasi.
5. Tinjauan terhadap tegangan lentur tanpa geser.