

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Telah lama para perancang struktur menyadari bahwa analisis dan desain berdasarkan teori Elastis belum mencerminkan faktor keamanan struktur yang sesungguhnya. Penyebabnya adalah perencanaannya mengabaikan kemampuan beberapa bahan tertentu, seperti baja, untuk mengalami deformasi setelah titik elastisnya terlampaui. Faktor yang lainnya adalah suatu faktor pengali pada pembebanan sehingga keadaan batas kekuatan atau batas yang berhubungan dengan keamanan dapat dicegah.

Baja adalah material yang bersifat duktail dan dapat di desain dengan Metode Plastis atau Metode Kekuatan Batas. Duktilitas adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata di bawah tegangan tarik sebelum terjadi keruntuhan. Duktilitas baja akan memungkinkan terjadinya penyebaran tegangan pada struktur yang menerima beban berlebih, yang disebut dengan kondisi plastis.

Ada dua filosofi perencanaan yang dewasa ini dipakai. Filosofi perencanaan tegangan kerja/elastis (*Working Stress Design*) dan filosofi perencanaan tegangan batas/plastis (*Limit State*). Secara teoritis metode plastis mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode elastis. Dalam analisis plastis digunakan

beban leleh yang masih dapat ditahan oleh struktur dan berada dalam batas plastis, dimana beban tersebut lebih besar daripada beban pada tegangan elastis. Selain itu dengan metode plastis dapat diperkirakan beban maksimum (beban runtuh) suatu struktur. Keuntungan lain metode plastis adalah dimensi batang (elemen) struktur yang lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan metode elastis.

Penggunaan metode plastis biasanya diterapkan pada bangunan-bangunan yang berbentuk panjang seperti auditorium, hanggar pesawat terbang, pabrik, ruang pameran, ruang olah raga, dan lain-lain yang memerlukan ruangan luas dalam gedung tanpa ada kolom-kolom penyangga.

Pertimbangan lain penggunaan baja sebagai bahan konstruksi karena struktur baja mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

- Dapat menghitung lebih akurat baik sifat maupun kekuatan batasnya dari struktur
- Kemampuan untuk dibuat secara seragam karena beban dikalikan suatu faktor pengaman
- Berat keseluruhan struktur menjadi lebih ringan
- Perhitungan yang dilakukan lebih sederhana serta kemungkinan pemakaian kembali setelah struktur dibongkar.

Konsep perhitungan baja plastis adalah berdasar sifat plastis material baja. Dimensi dari batang komponen struktur berdasarkan atas tegangan leleh baja. Dengan memberi suatu beban batas yang didapat dari beban yang bekerja pada struktur dikalikan suatu faktor beban yang disebut faktor keamanan (*safety faktor*).

Umumnya dalam perhitungan, struktur dianggap lentur murni dan tidak memperhitungkan adanya gaya geser, gaya aksial dan buckling.

Pengaruh adanya gaya aksial, gaya geser dan buckling adalah terhadap kapasitas momen plastis. Selain itu pada suatu penampang, selain terdapat momen sering juga timbul gaya lintang (*Shear Force*). Hal ini berarti sering terjadi kombinasi tegangan akibat lentur σ dan tegangan akibat geser τ .

Sehingga pengaruh faktor-faktor ini perlu mendapat perhatian karena akan mempengaruhi besarnya momen plastis.

1.2 Rumusan Masalah

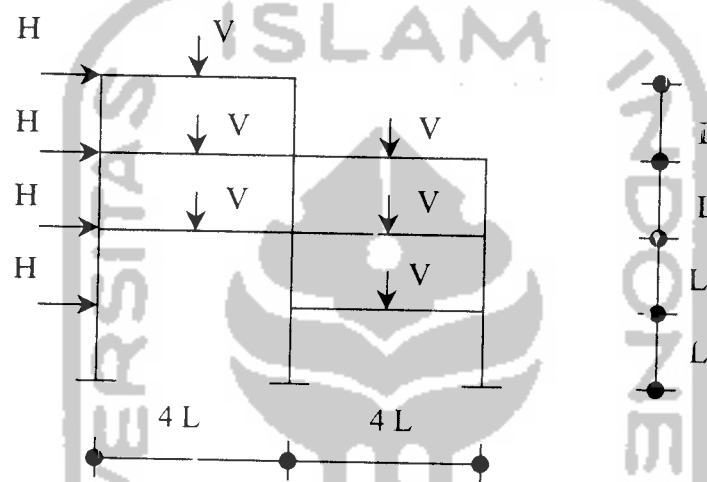
Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

- a). Bagaimana mekanisme keruntuhan struktur portal baja bertingkat
- b). Bagaimana menentukan harga momen plastis terbesar dan menentukan beban maksimum sehingga struktur mengalami keruntuhan
- c). Menentukan dimensi profil yang sesuai untuk menahan beban maksimum yang bekerja padanya
- d). Berapakah besarnya reduksi momen plastis akibat kombinasi momen dan gaya aksial serta akibat kombinasi momen dan gaya geser
- e). Menganalisa perkembangan zone plastis pada suatu titik yang menjadi sendi plastis

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini agar masalah yang dibahas lebih terarah maka, penulis membatasi permasalahannya sebagai berikut :

- a). Analisa kapasitas momen plastis dan mekanisme keruntuhan berdasarkan atas struktur portal baja bertingkat 4 (gambar 1.1).



Gambar 1.1 Struktur Portal Baja Bertingkat 4

- b). Perletakkan struktur portal adalah jepit-jepit
- c). Balok yang digunakan untuk struktur merupakan balok tunggal dan seragam (balok WF / Wide Flange)
- d). Beban-beban yang bekerja merupakan beban horisontal ke arah kanan dan beban vertikal
- e). Mutu baja yang digunakan untuk setiap elemen struktur adalah sama

Guna menyederhanakan proses analisis dalam tugas akhir ini dibuat beberapa anggapan yakni sebagai berikut :

- 1). Sambungan-sambungan merupakan sambungan yang kaku dan lebih kuat dari profil
- 2). Tidak terjadi penurunan (settlement) dari struktur
- 3). Kapasitas rotasi sendi plastis tidak terlampaui
- 4). Perancangan struktur baja dengan metode plastis dan untuk menghitung momen plastis digunakan metode mekanika kombinasi

1.4 Tujuan dan Manfaat Penulisan Tugas Akhir

Tujuannya :

- 1). Mengetahui mekanisme keruntuhan dan mekanisme dari proses plastis yang terjadi pada elemen struktur yang menerima beban vertikal dan horisontal
- 2). Menentukan dimensi profil yang dibutuhkan
- 3). Menentukan besarnya momen plastis yang terbesar yang terjadi pada mekanisme keruntuhan dan menentukan beban maksimum yang menyebabkan struktur runtuh
- 4). Untuk mengetahui besarnya reduksi momen plastis akibat kombinasi momen dan gaya aksial serta kombinasi momen dengan gaya geser
- 5). Menganalisa perkembangan zone plastis pada profil yang digunakan di suatu titik yang menjadi sendi plastis

Sedangkan manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah:

- 1). Manfaat Teoritis

Untuk menambah pengetahuan dan mengembangkannya di bidang analisis dan desain plastis struktur baja.

2). Manfaat Praktis

Untuk dapat mengetahui pola dan bentuk struktur setelah mengalami proses plastis serta dapat memanfaatkan hasil-hasil analisis teoritis untuk mendesain struktur baja khususnya portal bertingkat yang dipengaruhi oleh gaya geser dan gaya aksial.

1.5 Tinjauan Pustaka

Struktur baja adalah suatu material yang dapat melentur atau daktail dan dapat didesain atas dasar metode plastis atau kekuatan batas (*ultimate strength*). Pembebanan berlebih pada suatu balok dapat menyebabkan struktur luluh tetapi belum runtuh, dan memaksa struktur mendistribusikan tegangan dan regangan yang ada pada seluruh penampang. Inti dari metode plastis sebenarnya menentukan sejauh mana suatu tampang mendistribusikan tegangan akibat beban yang bekerja sedangkan kekuatan plastis suatu tampang terhadap gaya-gaya luar masih dapat dijamin, selama pada tampang tersebut dapat terjadi suatu distribusi tegangan plastis yang memenuhi persyaratan untuk mengimbangi gaya-gaya luar tersebut (Robert O. Disque, 1971).

Pada umumnya jika struktur mencapai kondisi keruntuhan akan dipenuhilah tiga keadaan berikut :

- a). Kondisi leleh (yield condition)
- b). Kondisi keseimbangan (equilibrium condition)

c). Kondisi mekanisme (mekanism condition)

Kondisi leleh merupakan persyaratan dari sifat deformasi plastis, dimana pada saat runtuh momen dalam dari suatu struktur tidak ada yang melampaui kapasitas momen plastisnya. Kondisi keseimbangan menghendaki, bahwa momen lentur dalam harus seimbang dengan momen luar yang bekerja. Dalam uraian berikut akan kita lihat bahwa persamaan momen ini akan identik dengan persamaan momen elastis. Selanjutnya kondisi mekanisme akan terjadi bila jumlah sendi plastis dalam struktur telah cukup untuk mengubah sebagian atau seluruh struktur tersebut kedalam kondisi mekanisme keruntuhannya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi momen plastis (M_p) dapat dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama $M_p = Z \cdot \sigma_y$. Dengan demikian setiap faktor yang mempengaruhi tegangan leleh juga akan mempengaruhi momen plastis (M_p) yang termasuk faktor ini misalnya komposisi bahan, pengaruh panas, kecepatan pembebanan dan sebagainya. Bagian kedua selain mengalami lentur murni momen plastis suatu penampang juga dipengaruhi oleh adanya gaya aksial, gaya geser dan buckling. Pengaruh faktor ini adalah pengurangan besarnya momen plastis, walaupun pada umumnya pengurangan ini tidak terlalu besar (Laurentius Wahyudi dan Sjahril A. Rahim, 1992).

Dalam metode perencanaan plastis, beban kerja dikalikan dengan faktor beban untuk memperoleh beban batas yang harus dipikul oleh struktur pada keruntuhan plastis. Momen batas kemudian ditentukan pada saat runtuh. Pada struktur statis

tertentu, pencapaian momen plastis pada suatu lokasi tertentu cukup untuk menimbulkan mekanisme keruntuhan. Setelah suatu penampang mencapai M_p , penampang ini akan terus berdeformasi tanpa menghasilkan daya tahan tambahan. Kondisi ini meningkatkan deformasi dengan momen penahan konstan disebut “sendi plastis”, untuk keadaan statis tak tentu. Umumnya redistribusi (penyebaran kembali) momen akan terjadi selama pembebanan berada di daerah elastis. Jadi bidang momen setelah terjadi sendi plastis terbentuk tidak lagi sebanding dengan bidang momen elastis (Salmon C. G., dan John E. Johnson, 1990).

Metode desain plastis memanfaatkan kekuatan cadangan balok baja yang ada setelah tegangan leleh tercapai pada beberapa lokasi. Banyak percobaan yang telah dilakukan membuktikan bahwa elemen struktur lentur dapat memikul beban lebih dari tegangan leleh. Dengan demikian teori plastis menggunakan hubungan tegangan-regangan yang meliputi juga daerah plastis sampai saat akan mencapai “Strain Hardening” (pengerasan Regangan). Selang “Strain hardening”, secara teoritis memungkinkan elemen struktur baja menahan tegangan tambahan. Akan tetapi deformasi dan regangannya sudah demikian besarnya sehingga struktur tersebut sudah tidak stabil. Asumsi yang digunakan dalam desain plastis adalah regangannya belum mencapai selang “Strain Hardening” (Spiegel, L., dan Limbrunner, G.F., 1991; 10).