

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KUDA-KUDA RANGKA BATANG

Suatu rangka (*Truss*) adalah suatu struktur kerangka yang terdiri dari rangkaian batang-batang (profil) yang dihubungkan satu sama lain dengan perantara titik-titik simpul yang berupa sendi tanpa gesekan dimana gaya-gaya luar bekerja melalui titik-titik ini. (*Wang, 1985*).

Konstruksi rangka didefinisikan sebagai sebuah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan yang lain pada ujung-ujungnya dengan pen-*pen* licin sehingga membentuk suatu rangka kokoh, gaya-gaya luar serta reaksi-reaksinya dianggap terletak di dalam bidang yang sama dan hanya bekerja pada tempat-tempat pen. (*Hsieh, 1983*)

Konstruksi rangka gabungan adalah jika dua atau lebih konstruksi rangka sederhana dihubungkan satu dengan yang lainnya untuk membentuk satu konstruksi rangka kokoh. (*Hsieh, 1983*)

Elemen bentukan dingin adalah elemen yang dibentuk dalam keadaan dingin (tidak dalam keadaan panas). Struktur kuda-kuda bentukan dingin dapat disusun dalam berbagai macam variasi bentuk tampang, sesuai dengan fungsi tampang tersebut, dengan menggunakan alat sambung las, baut dan alat sambung lainnya. (*Tall, 1974*).

Pada analisis rangka batang dengan metode titik buhul (*joint*), rangka batang dianggap sebagai gabungan batang dan titik buhul. Gaya batang diperoleh dengan meninjau keseimbangan titik-titik buhul, dan titik buhul tersebut harus berada dalam keseimbangan. Sistem gaya titik buhul bekerja pada titik yang sama, sehingga keseimbangan rotasi tidak perlu ditinjau. (*Schodek, 1991*).

Batang tarik adalah batang yang mendukung tegangan tarik aksial yang diakibatkan oleh bekerjanya gaya tarik aksial pada ujung-ujung batang. (*Padosbajayo, 1992*). Pada batang tarik yang menggunakan sambungan baut akan

terjadi pengurangan luas penampang akibat lubang baut, sehingga beban tarik yang diijinkan berkurang sesuai dengan ukuran dan letak lubang. Sedangkan batang tarik dengan sambungan las akan mempunyai kekuatan batas bila semua serat penampang batang meleleh (*Salmon dan Johnson, 1992*).

Batang tekan didefinisikan sebagai batang struktural yang menerima gaya tekan aksial. (*Padosbajayo, 1992*).

2.2 STABILITAS KUDA-KUDA RANGKA BATANG

Keruntuhan batang tekan dapat diklasifikasikan menjadi (1) keruntuhan akibat tegangan leleh bahan dilampaui, terjadi pada batang tekan pendek (*stocky column*) dan (2) keruntuhan akibat tekuk, terjadi pada batang tekan langsing (*slender column*). (*Kusuma, 1983*).

Kekuatan batang tekan dipengaruhi oleh factor tekuk (*buckling*) atau lenturan mendadak akibat ketidakstabilan, terjadi sebelum kekuatan batang sepenuhnya tercapai. (*Salmon dan Johnson, 1992*).

Analisis untuk kuat tekan batang secara sistematis dilakukan pertama kali oleh *Loenard Euler (1744)*, dimana Euler menyelidiki tekuk kolom langsing dan menentukan beban kritisnya. Beban kritis (P_{cr}) adalah harga beban aksial yang dimana kolom dapat mengalami defleksi tanpa adanya perubahan gaya aksial. Dengan demikian, beban kritis menunjukkan batas antara kondisi stabil dan tidak stabil. Jika ($P < P_{cr}$) maka struktur stabil, dan jika ($P > P_{cr}$) maka struktur tidak stabil. (*Gere dan Timoshenko, 2000*).

Peristiwa tekuk pada komponen struktur dari pelat baja dapat terjadi dalam bentuk keseluruhan dan tekuk local (*local buckling*). Tekuk keseluruhan merupakan fungsi dari kelangsingan (KL/r). Tekuk setempat dapat terjadi lebih dahulu pada salah satu elemen penyusun penampang sebelum tegangan kritis terlampaui. (*Salmon dan Johnson, 1992*).

Tekuk local adalah tekuk yang terjadi pada salah satu elemen penyusun tampang suatu struktur. Elemen plat penyusun batang tekan bentukan dingin memiliki rasio b/t yang besar sehingga memungkinkan terjadinya tekuk local.

Tekuk local menyebabkan elemen yang tertekuk tidak dapat lagi menerima penambahan beban, dengan kata lain efisiensi penampang menjadi berkurang. Keruntuhan akibat tekuk local ini terjadi pada batang langsing dimana tegangan kritis (F_{cr}) yang dimiliki oleh pelat jauh dibawah tegangan lelehnya (F_y). (Tall, 1974).

Beban kritis Euler kolom yang menyebabkan tekuk keseluruhan diturunkan dari persamaan pelenturan sebuah batang lurus yang semua seratnya tetap elastis hingga tekuk terjadi. Batang tersebut memiliki dukungan sederhana pada ujung-ujungnya. (Tall, 1974).

Salmon and Johnson (1992), mengemukakan bahwa terdapat variasi nilai koefisien tekuk k terhadap aspek rasio a/b dan kondisi tepi pelat pada berbagai jenis tumpuan pelat. Pada pelat dengan tumpuan jepit-jepit (grafik A) $k_{min} = 6,97$; untuk jepit-sendi (grafik B) $k_{min} = 5,42$; untuk sendi-sendi (grafik C) $k_{min} = 4,00$; untuk jepit- bebas (grafik D) $k_{min} = 1,277$; untuk sendi bebas (grafik E) $k_{min} = 0,425$.

Nilai k dipengaruhi oleh rasio a/b dan kondisi dari tepi-tepi pelat dimana semakin besar nilai a/b maka nilai k akan mendekati konstan. Tampak bila (b/t) kecil nilai k mendekati 0,425 untuk pelat yang tidak diperkuat, dalam hal ini nilai tersebut dimiliki oleh sayap dan nilai k untuk pelat yang diperkuat adalah 4, dalam hal ini dimiliki oleh badan. Dengan demikian tampak bahwa nilai k untuk pelat yang diperkuat naik sepuluh kali lipat dari nilai k untuk pelat yang tidak diperkuat. (Salmon and Johnson, 1992)

Suatu metode alternatif desain batang tekan diusulkan untuk menyertakan ragam gaya tekuk pada penampang lintang terbuka berdinging tipis dengan kolom baja bentukan dingin yaitu tekuk local, distorsi, dan tekuk Euler. Analisa yang masuk akal sebagai prediksi tekuk elastis ke dalam perancangna kolom dinding tipis (*thin-walled coloumn*) dari profil kanal. (Schafer, 1997).

Kelangsingan batang adalah rasio antara panjang batang dan jari-jari inersia tampang, semakin kecil angka kelangsingan suatu batang akan semakin kaku batang tersebut sebaliknya semakin besar angka kelangsingan batang tersebut mudah melentur (Padasbajayo, 1992).

Kekakuan dari sebuah batang yang dibebani secara aksial didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu lendutan satuan. Kekakuan merupakan rasio antara beban dan defleksi yang terjadi (*Gere dan Timoshenko, 1987*).

Kekakuan rangka hingga beban patah terjadi pada daerah elastis, dengan penambahan beban pada rangka maka rangka akan menjadi plastis sebagian hingga pada akhirnya rangka menjadi plastis sempurna. Setelah itu rangka atau struktur tidak mampu lagi memikul tambahan beban (*Gere dan Timoshenko, 1987*).

Kelengkungan adalah perubahan kemiringan per unit panjang balok dinyatakan dalam ϕ . (*Padosbajayo, 1992*).

Timoshenko (1987), mengemukakan bahwa hubungan momen dan kelengkungan (*moment-curvature relationship*) dalam bentuk kurva bilinear.

Hubungan momen (M) dengan factor kekakuan (EI) dalam persamaan $\phi = \frac{M}{EI}$.

Kelengkungan berbanding lurus dengan (M) dan berbanding terbalik dengan EI.

Grafik hubungan beban-lendutan dan momen-kelengkungan memiliki kesamaan bentuk terutama pada bagian tengah (*inelastic*) dan akhir grafik tersebut (*plastis*). (*Beedle, 1958*).

2.3 PENELITIAN SEBELUMNYA

Beberapa penelitian yang telah dilakukan yang berkaitan dengan rangka batang, antara lain :

1. *Perilaku Kuda-kuda Rangka Batang Profil Lipped Channel Bentuk Dingin* (**Muslihudin dan Ibnu Hajar, 2005**)

Penelitian ini membahas mengenai perilaku lentur kuda-kuda rangka batang dengan bentuk *Howe*, *Pratt*, dan *Fink* dengan menggunakan profil 76×44×11 dengan tebal profil 1mm, bentang 6m dan sudut kemiringan 22°. Pelaksanaan pembebanan penelitian ini dilakukan dengan memberikan beban titik pada puncak rangka atap. Dari ketiga benda uji bentuk *Howe Truss* memiliki

kekakuan paling besar dan bentuk *Fink Truss* mempunyai kekuatan yang paling besar. Elemen tekan penyusun tampang suatu struktur tidak terjadi tekuk lokal.

2. *Perilaku Lentur Kuda-kuda Rangka Howe dari Baja Ringan Profil Bentukan Dingin dengan Variasi Jarak Pengekang Lateral (Agung Hartono, 2005)*

Pengujian eksperimental menguji perilaku lentur kuda-kuda rangka batang dengan bentuk Howe dengan variasi jarak pengekang lateral, dimana pengekang lateral berfungsi sebagai gording, yaitu hubungan beban- lendutan ($P-\Delta$) dan Momen Kelengkungan ($M-\phi$). Dari pengujian ini akan diketahui kekakuan struktur rangka batangnya. Pada penelitian eksperimental ini menggunakan variasi jarak pengekang lateral, dimana pengekang lateral berfungsi sebagai gording, rangka batang menggunakan profil yang sama yaitu 70x40x10 dan tebal profil 1,6 mm, bentang 8 m, dan sudut kemiringan 22° . Berdasarkan eksperimen yang dilakukan dapat diketahui bahwa kekuatan benda uji (Howe sample 1=16,5 KN, Howe sample 2=18,5 KN, Howe sample 3=20,5 KN). Hasil eksperimental menunjukkan bahwa variasi jarak pengekang lateral berpengaruh pada kekakuan dan kestabilan rangka batang. Semakin rapat penggunaan pengekang lateralnya, maka kuda-kuda akan semakin stabil yang berakibat kuda-kuda semakin kaku. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengujian dimana Howe sample 3 lebih kuat dan stabil dari sample 2 dan sample 1.

3. *Perilaku Lentur Kuda-kuda dengan Batang Tepi Sejajar Profil Bentukan Dingin (Supriono dan Radhatama Eka Chrismawan, 2006)*

Pengujian eksperimental perilaku lentur kuda-kuda rangka batag tepi sejajar dengan bentang 6m, dan sudut kemiringan 22° menggunakan profilbentukan dingin *lipped channel* 70x22x8 dan tebal profil 1,2 mm untuk semua elemen struktur. Dari pengujian kuda-kuda rangka batang yang dibebani secara terpusat pada puncak stuktur ini akan diketahui kekakuan struktur rangka batangnya. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa kuda-kuda rangka batang tepi sejajar yang menerima beban terpusat pada puncak struktur memiliki kekakuan sebesar 0,44 kN/mm dengan faktor kekakuan 17,07 kN.m² dan mengalami tekuk lokal pada elemen tekan yang menahan beban terbesar diantara seluruh elemen

tekan penyusun tampang dengan nilai koefisien tekuk profil *lipped channel* sebesar 0,14.

Dari penelitian-penelitian di atas dapat disimpulkan belum adanya penelitian mengenai perilaku pengaruh pemakaian jarak batang vertical terhadap kestabilan suatu struktur.

2.4 KEASLIAN PENELITIAN

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian sekarang adalah : *pertama*, bentuk rangka batang yang digunakan merupakan bentuk modifikasi dari rangka bentuk *pratt* yaitu rangka batang dengan batang tepi sejajar, *kedua*, penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui perilaku pengaruh pemakaian jarak batang vertical terhadap kestabilan suatu struktur yang meliputi hubungan beban-lendutan dan momen kelengkungan sebagai akibat dari pemberian beban puncak pada suatu struktur, sehingga dapat diketahui kekuatan dan kekakuan struktur rangka tersebut.

Dengan demikian hasil penelitian yang diusulkan dalam tugas akhir ini juga berbeda dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini akan menambah data terhadap pemakaian jarak batang vertical pada model struktur rangka atap yang sudah ada maka keaslian penelitian ini dapat dijaga.