

KEKAKUAN KOLOM BAJA TERSUSUN EMPAT PROFIL SIKU DENGAN VARIASI PELAT KOPEL

Achmad Basuki

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS Surakarta. E-mail: achmadbasuki@yahoo.com

Abstract

Steel has advantages such as high strength to weight ratio that lead to efficient cross section which is frequently encourage designer to create built-up structure. Built-up column steel structure also can be formed by various profile. However the column subjected to compression load will occur buckling which is related to element stiffness of structure. An element which has low stiffness is easier to buckle than element with high stiffness. The objective of this research is to characterize stiffness of built up column. Research is performed in laboratory by compression test of built up steel column to obtain its deflection value. Stiffness is calculated from division between capacities compression by its deflection value. This research has 9 samples test with couple distance variation are 50 cm, 33.3333 cm, respectively and 1 distance variation of column is couple plate type. SK SNI-03-1729-2002 code is used for analysis. Result shows that stiffness of built up steel column with couple plate distance 50 cm is 1617.6 kg/mm, column with different distance couple plate 33.333 cm is 5597.1 kg/mm, column with distance couple plate is 2571,4 kg/mm. Result of test show that stiffness of built up steel column increase by cutting short distance of couple plate.

Keywords:

built up column, couple plate, stiffness.

PENDAHULUAN

Pada dasarnya dalam suatu struktur, batang akan mengalami gaya lateral dan aksial. Suatu batang yang menerima gaya aksial desak dan lateral secara bersamaan disebut balok kolom. Akibat adanya gaya lateral batang akan berperilaku sebagai balok, sedangkan akibat gaya aksial desak batang akan berperilaku sebagai kolom.

Kolom dapat dikategorikan berdasarkan panjangnya. Kolom pendek adalah jenis kolom yang kegagalannya berupa kegagalan material. Kolom sedang kegagalannya ditentukan oleh hancurnya material dan tekuk (*buckling*), sedangkan kolom panjang adalah kolom yang kegagalannya ditentukan oleh tekuk yang terjadi akibat ketidakstabilan kolom. Tekuk terjadi apabila suatu kolom menerima gaya aksial meskipun belum mencapai tegangan leleh. (Daniel L. Schodek, 1999)

Fenomena tekuk berkaitan dengan kekakuan elemen struktur. Suatu elemen yang mempunyai kekakuan kecil lebih mudah mengalami tekuk dibandingkan dengan elemen yang mempunyai kekakuan besar.

Untuk menghindari kegagalan akibat tekuk pada kolom, maka luas tampang tekan dan bentuk dari tampang harus dipilih secara benar. Momen inersia menjadi salah satu pertimbangan yang penting dalam pemilihan tampang, maka nilai momen inersia dapat ditingkatkan dengan menyebarkan luas tampang dalam batas-batas praktis sejauh mungkin dari sumbu.

Bentuk dan ukuran profil standar adalah terbatas, dikarenakan adanya pertimbangan ekonomi dan faktor kesulitan dalam proses manufakturnya. Saat tampang standar sudah tidak mencukupi persyaratan sebagai batang tekan yang diinginkan, maka beberapa tampang dapat dirangkai menjadi satu agar didapat suatu bentuk tampang yang diinginkan, yang disebut kolom batang tersusun. (S.K. Duggal, 1983).

Penampang bentukan (*built-up*) dibuat bila luas tampang melintang profil tidak mencukupi kebutuhan atau bila diperlukan profil dengan ukuran khusus dan radius girasi yang cukup besar (S.K. Duggal, 1983).

Dalam bentuk batang tersusun diperlukan penghubung berupa pelat atau batang. Penghubung berfungsi untuk menahan gaya lintang sepanjang kolom sehingga batang tersusun dapat bekerja sebagai satu kesatuan dalam mendukung beban. Batang-batang penghubung dapat disusun melintang, diagonal atau kombinasi keduanya (Padosbajayo, 1991).

Kolom batang tersusun mempunyai kelebihan dibanding kolom tunggal diantaranya :

1. Kolom tersusun memberikan luas tampang yang lebih besar dibanding kolom tunggal.
2. Kolom tersusun dapat menahan beban yang lebih besar dari kolom tunggal.
3. Kolom tersusun mempunyai kekakuan lebih besar dari kolom tunggal.

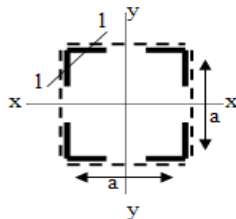
Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka diperlukan pengujian yang khusus menganalisa tentang kekuatan, kekakuan dan stabilitas kolom baja tersusun.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka dapat dirumuskan sebuah masalah yang dapat dikaji yaitu :

1. Berapa kekuatan kolom batang tersusun terhadap gaya tekan aksial.
2. Bagaimana pola kegagalan batang tersusun terhadap gaya tekan aksial.
3. Bagaimana pengaruh penambahan variasi jarak pelat kopel terhadap kekakuan kolom batang tersusun.

Pada penelitian ini dilakukan pembatasan yaitu :

1. Kolom batang tersusun yang dibahas terdiri dari empat profil siku dengan variasi jarak pelat kopel seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Batang tekan tersusun profil siku

2. Beban yang bekerja adalah beban aksial tekan sentris.
3. Tumpuan ujung kolom dianggap sebagai jepit-sendi.
4. Kekuatan las pada sambungan pelat pengaku dianggap mampu menahan beban yang bekerja.
5. Momen pada kolom tidak dibahas.
6. Peraturan konstruksi mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1729-2002).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan jawaban atas permasalahan yang telah dirumuskan, yaitu : 1) Mengetahui kekuatan kolom batang tersusun terhadap gaya tekan aksial. 2) Mengetahui pola kegagalan batang tersusun terhadap gaya tekan aksial. 3) Mengetahui pengaruh penambahan variasi jarak pelat kopel terhadap kekakuan kolom batang tersusun.

Analisis Batang Tekan Tersusun Berdasarkan SNI 03-1729-2002

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor, N_u , harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\phi N_n \geq N_u \dots\dots\dots [1]$$

ϕ = faktor reduksi kekuatan (Tabel 6.4-2 SNI 03-1729-2002).

N_n = kuat tekan nominal komponen struktur.

Daya dukung nominal komponen struktur :

$$N_n = A_g f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} \dots\dots\dots [2]$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega} \dots\dots\dots [3]$$

Panjang tekuk kolom

Panjang tekuk kolom (L_k) adalah hasil kali panjang kolom (L) dan faktor panjang tekuk (K).

$$L_k = LK$$

Daya dukung kolom batang tersusun yang tidak mempunyai sumbu bahan akibat gaya tekan (Kolom batang tersusun yang digunakan dalam penelitian ini), dianalisis berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Kelangsingan ideal dari komponen struktur tersusun terhadap sumbu x dan y adalah :

$$\lambda_{ix} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m}{2} \lambda_l^2} \text{ dan}$$

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_l^2}, \text{ dengan} \dots\dots\dots [5]$$

$$\lambda_l = \frac{L_l}{r_{\min}} \dots\dots\dots [6]$$

- b. Batasan-batasan kestabilan komponen struktur adalah :

$$\lambda_{ix} \geq 1,2 \lambda_l \text{ dan } \lambda_{iy} \geq 1,2 \lambda_l \dots\dots\dots [7]$$

$$\lambda_l \leq 50 \dots\dots\dots [8]$$

Kekuatan nominal batang tekan tersusun selanjutnya dapat dihitung dengan Persamaan (2) dan (3), dengan nilai parameter kelangsingan (λ_c), koefisien tekuk (ω) dihitung berdasarkan persamaan-persamaan berikut :

$$\lambda_c = \lambda_{iy} \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \dots\dots\dots [9]$$

dengan :

λ_{iy} = Angka kelangsingan.

λ_c = Faktor Angka kelangsingan.

E = Modulus elastisitas baja (MPa)

f_y = tegangan leleh baja. (MPa)

- Untuk $\lambda_c \leq 0,25$ maka $\omega = 1$ [10]

- Untuk $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_{c,m}}$...[11]

- Untuk $\lambda_c \geq 1,2$ maka $\omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$ [12]

Pelat-pelat kopel harus dihitung dengan menganggap bahwa pada seluruh panjang komponen struktur tersusun itu bekerja gaya lintang sebesar:

$$D_u = 0,02N_u \dots\dots\dots [13]$$

dengan N_u adalah kuat tekan perlu komponen struktur tersusun akibat beban-beban terfaktor, dan komponen pelat kopel harus memenuhi persamaan berikut :

$$\frac{I_p}{a} \geq 10 \frac{I_l}{L_l} \dots\dots\dots [14]$$

I_p = momen inersia pelat kopel muka dan belakang, a = jarak antar dua pusat titik berat elemen struktur, L_l = jarak antar pelat kopel, dan I_l = momen inersia elemen struktur terhadap sumbu $l-l$.

Anggapan di atas tidak boleh dipakai apabila komponen struktur yang ditinjau dibebani oleh gaya-gaya tegak lurus sumbu komponen struktur atau dibebani oleh momen. Jadi tidak berlaku untuk komponen struktur tersusun yang bebannya bukan hanya tekan sentris saja.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium, yaitu metode penelitian dengan melakukan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan suatu hasil yang menegaskan hubungan antara variabel-variabel yang diselidiki. Dalam penelitian ini diadakan pengujian kolom baja batang tersusun dengan memberikan beban sentris terhadap sumbu kolom. Pembebanan dilakukan secara bertahap dengan interval tertentu, setelah itu diteliti kapasitas tekan penampang kolom tersebut. Benda uji yang dibuat dianggap dapat mewakili populasi. Dalam pengujian ini dibuat benda uji kolom baja batang tersusun sebanyak 9 buah dengan masing-masing jarak pelat dibuat 3 buah benda uji. Profil siku yang digunakan adalah 4 profil siku L20x20x2 dan pelat kopel 30x3. Benda uji tersebut dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu

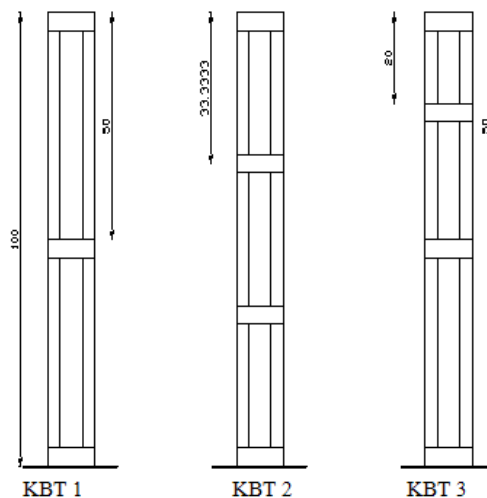
kolom dengan jarak pengaku adalah 50 cm, 33,3333 cm dan variasi jarak 20 cm, 30 cm, 50 cm. Ketiga kolom tersebut dibuat dengan ukuran yang sama, yaitu kolom batang tersusun persegi dengan ukuran $b = 10$ cm, $h = 10$ cm, dan $L = 100$ cm, seperti tampak pada Gambar 2.

Untuk mempermudah pengidentifikasian, maka dilakukan penamaan pada benda uji tersebut, sebagai berikut :

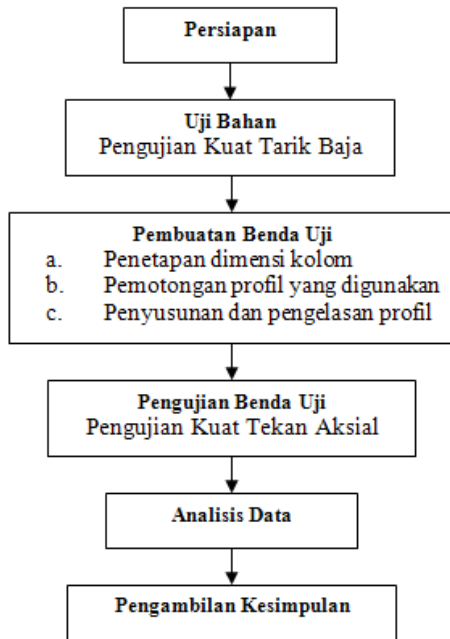
1. Inisial KBT 1 untuk kolom dengan pelat berjarak 50 cm.
2. Inisial KBT 2 untuk kolom dengan pelat berjarak 33,3333 cm.
3. Inisial KBT 3 untuk kolom dengan variasi pelat berjarak 20 cm, 30 cm, 50 cm.

Identifikasi selanjutnya adalah penomoran.

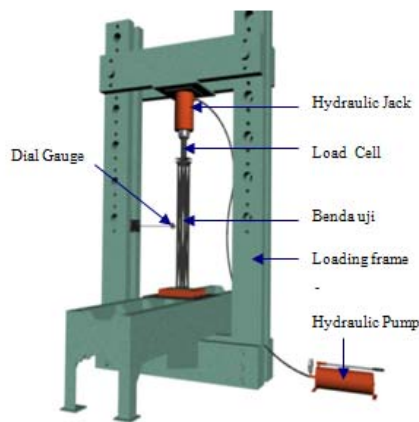
Tahapan penelitian disajikan secara sistematis dalam bagan alir seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 2. Benda Uji Kolom Baja Batang Tersusun



Gambar 3. Bagan alir penelitian



Gambar 4. Alat uji dan sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melaksanakan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

- Data pengujian tegangan leleh dan modulus elastisitas baja profil siku yang digunakan.
- Data pengujian kapasitas tekan kolom baja tersusun.

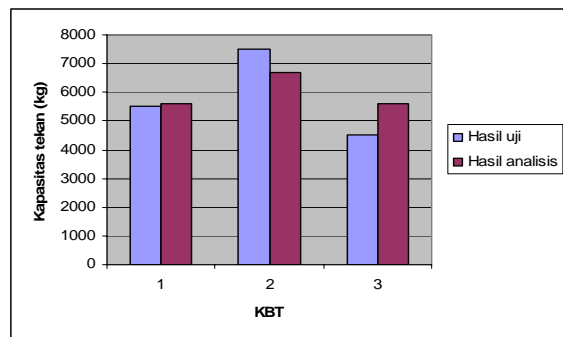
Dari hasil pengujian tersebut, kemudian dibandingkan antara hasil pengujian dengan hasil analisis. Di samping itu dibandingkan pula kapasitas masing-masing kolom baja tersusun dengan variasi jarak pelat kopel.

Pengujian tegangan leleh baja dilakukan terhadap tiga sampel profil. Benda uji berupa pelat hasil potongan sayap profil siku. Dari pengujian diperoleh tegangan leleh rata-rata profil baja adalah $32,2024 \text{ kg/mm}^2 = 322,024 \text{ N/mm}^2$, dan modulus elastisitas rata-rata $22840,49 \text{ kg/mm}^2 = 228404,9 \text{ N/mm}^2$.

Kapasitas tekan kolom batang tersusun ditentukan melalui dua metode, yaitu metode analisis berdasarkan SNI 03-1729-2002 dan metode pengujian. Hasil analisis dan pengujian langsung disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kapasitas tekan kolom batang tersusun

KBT	Kapasitas tekan Analisis (kg)	Kapasitas tekan Pengujian (kg)	Defleksi (mm)	Kekakuan (kg/mm)
KBT 1	5606	5500	3,4	1617,6
KBT 2	7894,78	7500	1,34	5597,1
KBT 3	5606	4500	1,75	2571,4



Gambar 5. Perbandingan kapasitas tekan hasil uji dengan analisis



Gambar 6. Foto hasil pengujian benda uji

Hasil uji memperlihatkan peningkatan kapasitas tekan pada KBT2 dibandingkan KBT1 dan KBT3. Hal ini dikarenakan adanya penambahan pengekang akan dapat meningkatkan kapasitas tekan kolom.

Berbeda dengan KBT3 yang mempunyai jumlah pengekang sama dengan KBT2 ternyata mempunyai kapasitas tekan yang jauh lebih kecil. Hal ini terjadi karena tekuk yang menentukan terjadi pada elemen yang lebih panjang, yaitu pada jarak 50 cm.

KBT3 memperlihatkan pola tekuk yang lebih kecil dari KBT1. Hal ini terjadi karena pengaruh variasi jarak yang ada pada KBT3, walaupun keduanya mempunyai panjang tekuk yang sama.

Pola tekuk pada KBT1 terjadi pada sisi atas dan sisi bawah, hal ini menguatkan teori bahwa kolom yang mempunyai *bracing* di tengah akan terjadi tekuk di atas dan di bawah. Pola tekuk pada KBT2 terjadi pada sisi bawah, tengah dan atas, hal ini menguatkan teori bahwa kolom yang mempunyai *bracing* di sepertiga kolom akan terjadi tekuk di ketiga elemen kolom. Tekuk pada KBT3 terjadi pada sisi bawah, karena pada elemen tersebut merupakan elemen terpanjang. Nilai kuat tekan hasil pengujian KBT3, dengan variasi jarak pelat kopel terbesar 50 cm, ternyata lebih kecil dibandingkan dengan nilai KBT1, dengan jarak pelat kopel seragam sebesar 50 cm. Hal tersebut disebabkan karena pada KBT3 konsentrasi tegangan yang lebih besar terjadi pada jarak pelat kopel 50 cm.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian laboratorium, hasil analisis serta pembahasa yang telah diuraikan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kekakuan kolom batang tersusun adalah :

- 1) Kolom dengan jarak pelat 50 cm : 1617,6 kg/mm
- 2) Kolom dengan jarak pelat 33,333 cm : 5597,1 kg/mm
- 3) Kolom dengan variasi jarak pelat kopel: 2571,4 kg/mm

- b. Hasil percobaan kapasitas tekan kolom batang tersusun rata-rata adalah :

- 1) Kolom dengan jarak pelat 50 cm : 5500 kg
- 2) Kolom dengan jarak pelat 33,333 cm: 7500 kg
- 3) Kolom dengan variasi jarak pelat kopel: 4500 kg

- c. Memperpendek jarak pelat kopel dapat meningkatkan kekakuan kolom, namun demikian distribusi jarak pelat kopel yang tidak seragam akan mengurangi kapasitas tekan kolom batang tersusun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Salahuddin dkk. atas partisipasi dan kontribusinya dalam penelitian ini

REFERENSI

- Anonim, 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI-03-1729-2002), Jakarta.
- Anwar Salim, 2003, Tinjauan Teknik 2 Jenis Kolom Baja Tersusun, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Barkah Widi, 2004, Uji Kapasitas Tekan Kolom Batang Tersusun dengan Pelat Pengaku Horisontal, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Duggal, S.K., 1993, Design of Steel Structures, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- Frick, Heinz, 1999, Mekanika Teknik I Statika dan Kegunaannya, Yogyakarta : Kanisius.

Gere & Timoshenko, 2000, Mekanika Bahan,
Jakarta : Erlangga
Morisco, dkk, 1991, Pengetahuan Dasar Struktur
Baja, Yogyakarta : Nafiri Offset

Salmon, CG & Johnson, JE., 1990, Struktur Baja
Desain dan Perilaku dengan penekanan Load
and Resistance Factor Design (edisi ketiga),
Jakarta : PT. Gramedia.
Schodek, Daniel., 1999, Struktur, Jakarta : Erlangga