

STUDI KEKUATAN KOLOM PROFIL C DENGAN COR BETON PENGISI DAN PERKUATAN *TRANSVERSAL*

Damar Budi Laksono, Haryanto Yoso Wigroho

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
e-mail: haryanto@staff.uajy.ac.id

Abstract: Steel is one of the important materials in the construction field. Shape which is used as the main structure (column and beam) in a building usually uses hot rolled shapes. Cold formed shapes usually do not use as the main structure. The one example of hot rolled shapes is I-shape and the one example of cold formed shapes is C-shape. This research used C-shape that was used as column by filling concrete and giving transversal braced. The length of C-shape column was 750 mm as inelastic column and 1500 mm as elastic column. Dimension of C-shape that was used was $h = 92,8$ mm; $b = 34,033$ mm; $a = 8,2667$ mm and $t = 1,8$ mm. Tested materials were 16 materials which were divided into two groups, namely the tested materials which were filled by the concrete and the tested materials which were not filled by the concrete. Each group consisted of 4 inelastic column tested materials and 4 elastic column tested materials. The variation of transversal braced on each tested material was different, namely 50 mm; 75 mm and 100mm. Then, this research tries to examine the capacity of axial centric load of those columns. The data that was found was the deflection data and the load data. The addition of the concrete increased the average of inelastic column about 185,7% and the average of elastic column about 148%. The biggest maximum deflection inelastic column without the concrete were about 7,4 mm in 75 braced, the biggest maximum deflection elastic column without the concrete were about 19,05 mm in 75 braced, the biggest maximum deflection inelastic column with the concrete were about 11,36 mm in 50 braced and the biggest maximum deflection elastic column with the concrete were about 27,1 mm in 75 braced. It was proven that giving the concrete could prevent local buckling that happened because it could increase the load that was accepted so that it could pass through the theoretical load.

Key words: column, C-shape, filled concrete, transversal braced, axial centric loads

Abstrak: Baja adalah salah satu bahan yang penting dalam dunia konstruksi. Profil yang digunakan sebagai struktur utama (kolom dan balok) dalam suatu bangunan pada umumnya memakai profil hasil bentukan panas. Profil hasil bentukan dingin biasanya hanya digunakan sebagai gording dan rangka atap. Pada penelitian ini dicoba kolom profil C (hasil bentukan dingin) yang diberi perkuatan tulangan transversal dan dicor beton pengisi yang dibebani sentris pada pusat sumbu kolom. Penelitian ini menggunakan profil kanal C yang akan digunakan sebagai kolom dengan diberi cor beton pengisi dan diberi perkuatan transversal. Panjang kolom profil kanal C 750 mm sebagai kolom pendek dan 1500 mm sebagai kolom panjang. Dimensi profil yang digunakan adalah tinggi (h) = 92,8 mm; lebar (b) = 34,033 mm; lebar sayap (a) = 8,2667 mm dan tebal (t) = 1,8 mm. Benda uji sejumlah 16 buah dimana terbagi menjadi 2 kelompok yaitu benda uji yang diberi cor beton pengisi dan yang tidak diberi cor beton pengisi. Setiap kelompok tersebut terdiri dari 4 buah benda uji kolom pendek dan 4 buah benda uji kolom panjang. Variasi perkuatan transversal pada masing-masing benda uji tersebut berbeda-beda yaitu 50 mm, 75 mm dan 100 mm. Data yang diperoleh berupa data lendutan kolom kesamping dan beban sentris yang dicapai oleh kolom. Penambahan cor beton meningkatkan kekuatan pada kolom pendek rata-rata sebesar 185,7%. Sedangkan pada kolom panjang rata-rata sebesar 148%. Defleksi maksimum terbesar kolom pendek tanpa cor beton pengisi sebesar 7,4 mm pada perkuatan 75 mm. Sedangkan pada kolom panjang tanpa cor beton pengisi sebesar 19,05 mm pada perkuatan 75 mm. Pada kolom pendek dengan cor beton pengisi defleksi maksimum tersebar terjadi pada perkuatan 50 mm sebesar 11,36 mm. Pada kolom panjang terjadi pada perkuatan 75 mm sebesar 27,1 mm. Pemberian cor beton pengisi terbukti dapat mencegah tekuk lokal yang terjadi karena dengan pemberian cor beton pengisi meningkatkan beban yang diterimanya hingga dapat melalui beban teoritisnya.

Kata kunci : kolom, profil C, cor beton pengisi, perkuatan transversal, beban aksial sentris.

PENDAHULUAN

Baja adalah salah satu bahan yang penting dalam dunia konstruksi. Beberapa kelebihan baja yaitu : mempunyai kekuatan terhadap beban tekan maupun tarik, mudah dibentuk, bahannya yang seragam dan tingkat efisiensi waktu dalam proyek. Baja juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu : kekuatannya turun jika dalam kondisi temperatur tinggi dan dapat mengalami korosi. Profil hasil bentukan dingin (*cold formed shapes*) biasanya hanya digunakan sebagai gording dan rangka atap. Pada penelitian ini profil C dicoba digunakan sebagai kolom. Profil C mempunyai kekurangan yaitu pada stabilitasnya. Ketidakstabilan profil C ini karena bentuk dari profil C yang tidak simetris. Selain itu, rasio lebar dan tebalnya yang besar dapat menyebabkan tekuk lokal (*local buckling*). Untuk mengatasi kekurangannya tersebut, dicoba diberi perkuatan transversal pada sayapnya dan pada rongga tengah diisi cor beton. Dengan penambahan tersebut, profil C diharapkan mampu menahan tekuk lokal pada sayap maupun badannya.

PERMASALAHAN

Permasalahan yang diteliti dalam penelitian adalah sebagai berikut ini : beban maksimal yang dapat diterima oleh kolom profil C, variasi jarak perkuatan transversal yang paling baik agar profil C dapat menahan beban paling maksimum, dan apakah pemberian perkuatan transversal dan cor beton dapat mencegah terjadinya tekuk lokal (*local buckling*).

BATASAN MASALAH

Profil C yang digunakan berukuran tinggi 92,8 mm; lebar 34,033 mm; lebar sayap 8,267 mm dan tebal 1,8 mm. Profil C yang digunakan sebagai kolom diberikan beban konsentris.

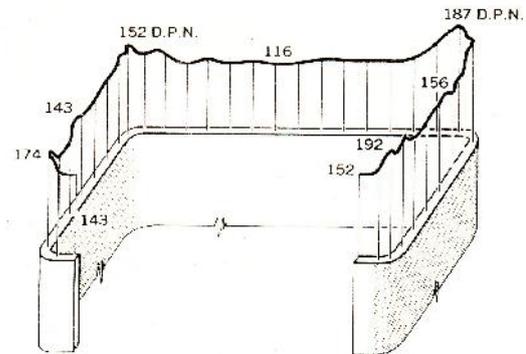
Mutu beton yang dipakai adalah 20 Mpa dengan menggunakan Semen produk dari PT. Holchim, agregat kasar yang digunakan berupa kerikil diambil dari Clereng, agregat halus yang digunakan berupa pasir diambil dari Krasak, nilai *fas* ditetapkan sebesar 0,5 dan air yang digunakan diambil dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penelitian dilakukan dengan membagi dua kelompok benda uji, yaitu kelompok benda uji yang dicor beton dan yang tidak dicor beton dengan ukuran kolom panjang 1500 mm dan pendek 750 mm. Pengaku yang dimaksud ialah tulangan \varnothing 6 mm dengan pengujian tarik terlebih dahulu. Pembagian benda uji kolom panjang dan kolom pendek berdasarkan penghitungan kelangsingan kolom. Penyambungan pengaku pada profil C menggunakan las.

Setting benda uji dilakukan dengan memosisikan sumbu kuat benda uji pada arah vertikal. Beban yang diberikan pada benda uji adalah beban aksial sentris

TINJAUAN PUSTAKA

Profil C merupakan salah satu profil yang dibuat secara dingin (*cold formed shapes*). Hal yang penting pada profil ini ialah profil ini memiliki rasio lebar dan tebal yang besar. Nilai yang ditunjukkan pada gambar 4.1 merupakan nilai kekerasan bahan yang dinyatakan dalam Diamond Penetration Numbers (DPN) (Tall, 1974).



Gambar 1. Efek dari Pembuatan Material Cara Dingin (Tall, 1974)

Oleh karena profil giling ataupun profil tersusun terdiri dari elemen-elemen plat, kekuatan penampang kolom yang didasarkan pada angka kelangsingan keseluruhan hanya dapat tercapai jika elemen plat tersebut tidak tertekuk setempat. Tekuk setempat elemen plat dapat mengakibatkan kehancuran penampang keseluruhan yang terlalu dini atau paling sedikit menyebabkan tegangan menjadi tidak merata dan mengurangi kekuatan keseluruhan. (Salmon dan Johnson, 1986)

Sebuah kolom yang panjang dan langsing akan mempunyai rasio kelangsingan tinggi sehingga mempunyai tegangan kritis rendah. Sebuah kolom yang pendek dan gemuk akan mempunyai rasio kelangsingan rendah sehingga akan menekuk pada tegangan tinggi. Kolom panjang dengan rasio kelangsingan besar akan mengalami tekuk pada harga tegangan tekan rata-rata P/A yang rendah. Tegangan hanya dapat diperbesar dengan mengurangi rasio kelangsingan L/r atau dengan menggunakan bahan dengan modulus elastisitas E yang lebih besar. (Gere dan Timoshenko, 1984)

LANDASAN TEORI

Pada tahun 1759 Leonhard Euler, seorang sarjana matematika Swiss, menurunkan salah satu rumus kolom yang paling populer. Rumus tersebut dapat diturunkan sebagai berikut :

$$F_{cr} = \frac{P_{cr}}{A_g} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \tag{1}$$

Kelangsingan suatu kolom dinyatakan dalam suatu rasio yang disebut rasio kelangsingan. Rasio kelangsingan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Rasio Kelangsingan} = \frac{KL}{r} \tag{2}$$

di mana:

- K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
- L = Panjang struktur tekan
- R = Jari-jari putaran (*radius of gyration*) potongan lintang struktur tekan

Tegangan tekuk elastis, menurut Salmon dan Johnson (1986), dapat dituliskan sebagai berikut :

$$F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)(b/t)^2} \tag{3}$$

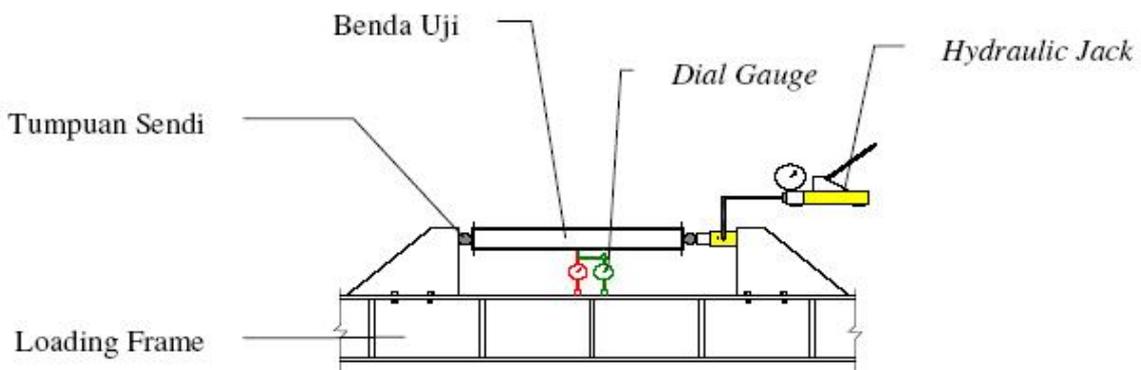
di mana:

- k = Koefisien tekuk yang tergantung pada jenis tegangan, kondisi tumpuan tepi dan rasio panjang dan lebar plat
- E = Modulus elastis bahan
- ν = Angka Poisson
- b/t = Rasio lebar dan tebal plat

PELAKSANAAN PENELITIAN

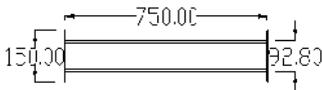
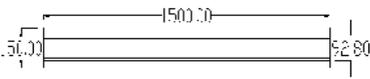
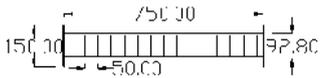
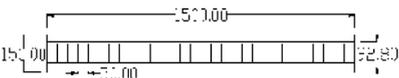
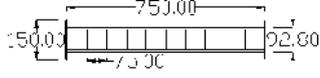
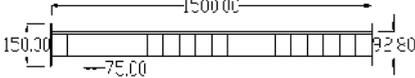
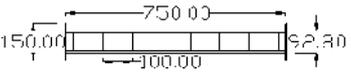
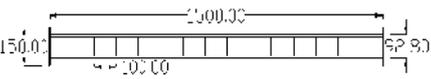
Adapun tahapan pelaksanaan penelitian adalah seperti berikut ini :

1. Persiapan material dan alat yang digunakan dan pencarian data-data sekunder yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Pemeriksaan bahan meliputi pengujian tarik profil kanal C, pengujian tarik baja Ø6 mm, pengujian agregat kasar dan pengujian agregat halus.
2. Pembuatan benda uji.
3. Menguji kekuatan kolom profil kanal C dengan berbagai variasi jarak pengaku transversal baik yang diberi cor beton pengisi maupun yang tidak diberi cor beton pengisi dengan pemberian beban aksial terpusat konsentris.
4. Analisis data.



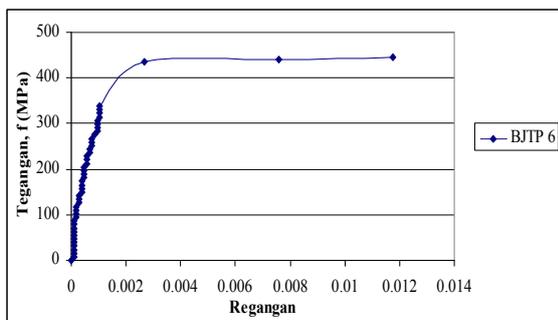
Gambar 2. Setting alat.

Tabel 1. Rincian Benda Uji

Kolom Pendek (mm)	Kolom Panjang (mm)
	
KK750-T0 dan KC750-T0	KK1500-T0 dan KC1500-T0
	
KK750-T50 dan KC750-T50	KK1500-T50 dan KC1500-T50
	
KK750-T75 dan KC750-T75	KK1500-T75 dan KC1500-T75
	
KK750-T100 dan KC750-T100	KK1500-T100 dan KC1500-T100

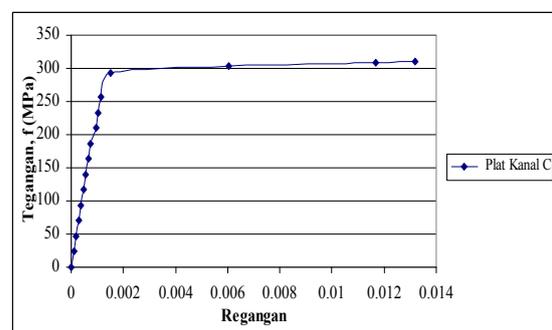
HASIL DAN PEMBAHASAN

Baja tulangan yang dipakai sebagai perkuatan transversal adalah BJTP 6 dengan diameter rata-ratanya sebesar 6,3 mm. Hasil dari pengujian tarik BJTP 6 adalah tegangan leleh baja terjadi pada beban 1075 kg atau pada tegangan 338,19 MPa dan kuat tarik maksimum terjadi pada beban 2000 kg atau pada tegangan 629,1908 MPa. Modulus elastisitas yang didapat adalah 324354,9956 Mpa. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Tegangan Regangan BJTP 6

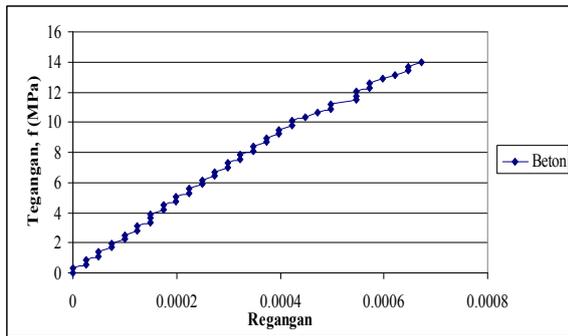
Hasil dari pengujian tarik baja profil C adalah tegangan leleh baja terjadi pada beban 1200 kg (tegangan 292,3928 Mpa), kuat tarik maksimum terjadi pada beban 1660 kg (tegangan 387,5985 Mpa). Modulus elastisitas yang didapat adalah 194075,7535 Mpa. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Tegangan Regangan Profil C

Hasil dari pengujian kuat tekan beton adalah untuk beton umur 7 hari kuat tekannya rata-rata 15,1868 MPa, sedangkan beton yang berumur 28 hari rata-rata 20,6624 MPa. Modulus elastis

yang didapat adalah 21048 MPa. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada gambar 5.

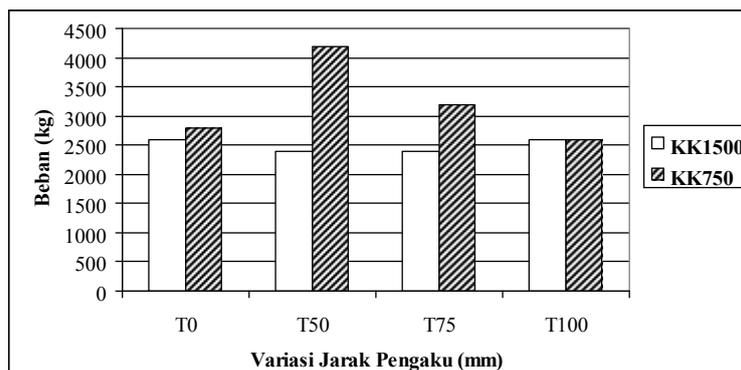


Gambar 5. Grafik Tegangan Regangan Beton

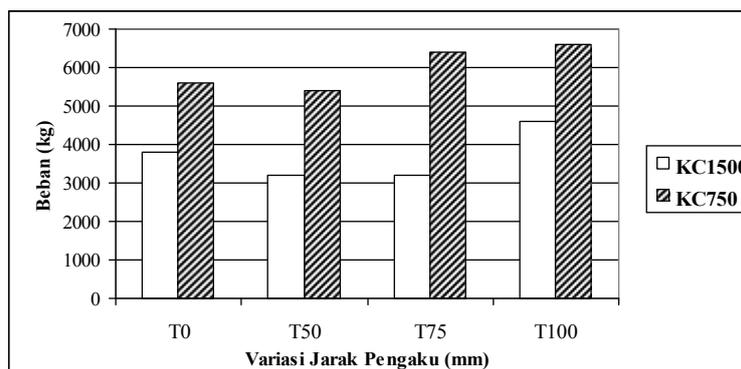
Dari pengujian didapatkan hasil bahwa beban maksimum kolom tanpa diberi cor pengisi dengan panjang 750 mm rata-rata sebesar 2899,71 kg sedangkan untuk panjang 1500 mm

rata-rata sebesar 2599,74 kg. Nilai rata-rata beban maksimum pada kolom dengan panjang 750 mm lebih kecil daripada nilai beban teoritis sebesar 4038,97527 kg. Hal ini terjadi karena terjadi tekuk lokal (*local buckling*) terlebih dahulu sebelum baja luluh.. Dengan adanya tekuk lokal, kolom tidak dapat menahan beban yang lebih besar lagi. Keterangan ini dapat dilihat pada gambar 6.

Pengujian pembebanan kolom dengan diberi cor beton pengisi memberikan hasil menghasilkan nilai rata-rata beban maksimum sebesar 5999,4 kg. Semakin rapat jarak perkuatan, semakin sering pula benda uji mendapatkan pengaruh panas dari las. Panas dari las dapat menurunkan kekuatan baja profil dalam menahan beban. Keterangan ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Perbandingan Beban Maksimum Kolom Tanpa Cor Beton Pengisi



Gambar 7. Perbandingan Beban Maksimum Kolom Dengan Cor Beton Pengisi

Perbandingan beban maksimum pada benda uji yang diberi cor beton pengisi dan yang tidak diberi cor beton pengisi dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3. Pemberian cor beton pengisi dapat meningkatkan beban maksimum yang

dicapai. Nilai beban maksimum jauh lebih tinggi daripada beban teoritisnya. Berarti nilai tegangannya pun dapat jauh lebih tinggi dari nilai tegangan kritisnya.

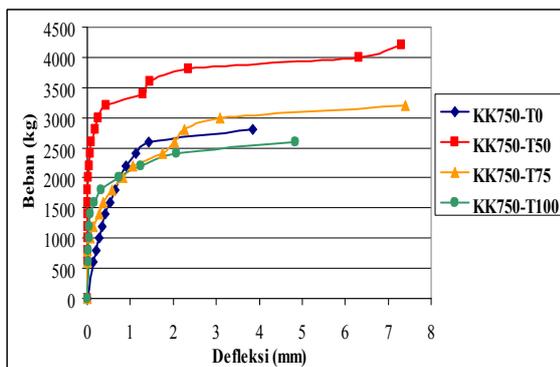
Tabel 2. Perbandingan Beban Maksimum Pada Kolom Panjang 750 mm

Jarak Pengaku (mm)	Beban Maksimum (kg)		Peningkatan (%)
	KK750	KC750	
0	2799,72	5599,44	200
50	4199,58	5399,46	128,571
75	3199,68	6399,36	200
100	2599,74	6599,34	253,846
	Rata-rata		187,5

Tabel 3. Perbandingan Beban Maksimum Pada Kolom Panjang 1500 mm

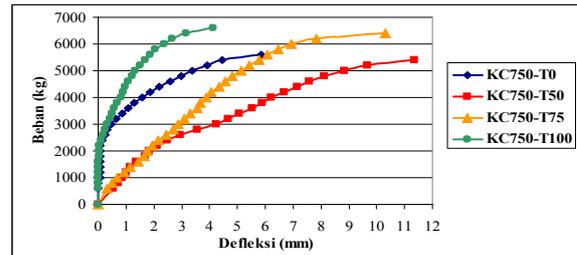
Jarak Pengaku (mm)	Beban Maksimum (kg)		Peningkatan (%)
	KK1500	KC1500	
0	2599,74	3799,62	146,153
50	2399,76	3199,68	133,333
75	2399,76	3199,68	133,333
100	2599,74	4599,54	176,923
	Rata-rata		148

Hasil dari pengujian kolom dengan panjang 750 mm tanpa cor beton pengisi menunjukkan bahwa kolom yang paling optimum adalah kolom dengan pengaku jarak 50 mm karena dapat menahan beban paling besar. Nilai defleksi yang paling besar dialami oleh kolom dengan pengaku jarak 75 mm.



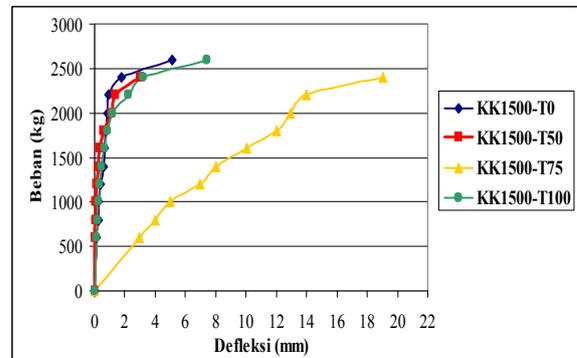
Gambar 8. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi Kolom 750 mm Tanpa Cor Beton Pengisi

Pengujian kolom 750 mm dengan cor beton pengisi, defleksi maksimum terbesar terjadi kolom 750 pengaku jarak 50 mm yaitu sebesar 11,36 mm. Beban maksimum pada kolom pengaku jarak 100 mm yaitu sebesar 6599,34 kg.



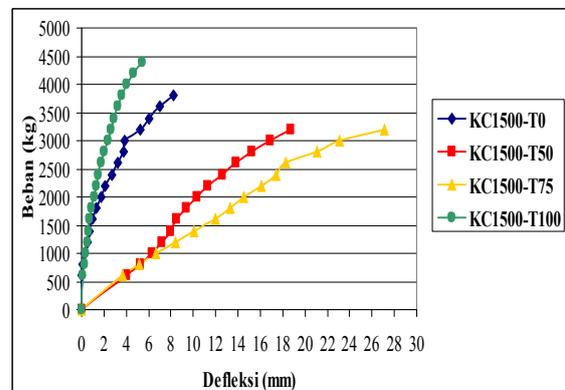
Gambar 9. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi Kolom 750 mm Dengan Cor Beton Pengisi.

Dari pengujian kolom 1500 mm tanpa cor beton pengisi, defleksi maksimum terbesar pada kolom 1500 pengaku jarak 75 mm yaitu sebesar 19,05 mm. Beban maksimum paling besar pada kolom yang tidak berpengaku dan berpengaku jarak 100 mm yaitu sebesar 2599,74 kg.



Gambar 10. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi Kolom 1500 mm Tanpa Cor Beton Pengisi.

Dari pengujian kolom 1500 mm dengan cor beton pengisi, defleksi maksimum terbesar terjadi pada kolom 1500 dengan pengaku jarak 75 mm yaitu sebesar 27,1 mm. Beban maksimum terjadi pada kolom yang berpengaku jarak 100 mm yaitu sebesar 4599,54 kg.



Gambar 11. Grafik Hubungan Beban dan Defleksi Kolom 1500 mm Dengan Cor Beton Pengisi

KESIMPULAN

Beban maksimum rata-rata kolom baja profil C tanpa cor beton pengisi 750 mm adalah 3199,68 kg di bawah beban teoritisnya sebesar 4038,975 kg. Keruntuhan yang terjadi adalah kegagalan karena tekuk lokal (*local buckling*).

Beban maksimum rata-rata kolom baja profil C tanpa cor beton pengisi 1500 mm adalah 2499,75 kg di atas beban teoritisnya sebesar 1868,059 kg. Keruntuhan yang terjadi adalah baja sudah luluh terlebih dahulu sebelum terjadi tekuk lokal.

Beban maksimum kolom baja profil C dengan cor beton pengisi untuk panjang 750 mm adalah 5999,4 kg dan untuk panjang 1500 mm adalah 3699,63 kg

Pemberian cor beton pengisi ini pada kolom pendek rata-rata menaikkan beban hingga 187,5%.

Pemberian cor beton pengisi ini pada kolom panjang rata-rata menaikkan beban hingga 148%.

Defleksi maksimum untuk kolom baja profil C panjang 750 mm tanpa cor beton pengisi yaitu sebesar 7,4 mm yang terjadi pada kolom pengaku 75 mm.

Defleksi maksimum untuk kolom baja profil C panjang 750 mm dengan cor beton pengisi yaitu sebesar 11,36 mm yang terjadi pada kolom pengaku 50 mm.

Defleksi maksimum untuk kolom baja profil C panjang 1500 mm tanpa cor beton pengisi yaitu sebesar 19,05 mm yang terjadi pada kolom pengaku 75 mm.

Defleksi maksimum untuk kolom baja profil C panjang 1500 mm tanpa cor beton pengisi yaitu sebesar 27,1 mm yang terjadi pada kolom pengaku 75 mm.

Dengan pemberian cor beton pengisi pada kolom baja profil C terbukti dapat menahan tekuk lokal yang terjadi. Terbukti bahwa beban maksimum rata-rata kolom yang diberi cor beton pengisi baik kolom 750 mm maupun kolom 1500 mm lebih besar dari beban teoritisnya.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan membuat kolom profil kanal C ganda baik yang diberi cor beton pengisi maupun tidak.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi ukuran profil kanal C dan kuat tekan beton pengisi.

Untuk penggunaan las sebagai penyambung lebih diperhatikan lagi karena ketebalan profil kanal C kecil. Apabila waktu pengelasan terlalu lama maka menyebabkan penurunan kemampuan profil kanal C dalam mendukung beban.

Pemotongan profil kanal C dan pemasangan plat dukungan sendi-sendi pada profil kanal C lebih diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., 1985, *Disain Baja Konstruksi (Structural Steel Design)*, Penerjemah Pantur Silaban, Ph. D., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo Istimawan, 1994, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Gere, James M dan Timoshenko, Stephen P., 1997, *Mekanika Bahan Jilid Kedua Edisi Keempat*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Haribhawana, Nurwidiantara, 2008, Studi Kekuatan Kolom Baja Kanal C Dengan Perkuatan Tulangan Transversal, *Laporan Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta
- Popov, E.P., 1986, Alih Bahasa Zainul Astamar T, *Mekanika Teknik Edisi Kedua Versi SI*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sinaga, Ronald Martin, 2005, Perilaku Lentur Baja Profil C Tunggal Dengan Menggunakan Perkuatan Tulangan Arah Vertikal, *Laporan Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Salmon, Charles G. Dan Johnson, John E., 1986, Penerjemah Ir.Wira M.S.CE., *Struktur Baja Disain dan Perilaku Jilid Satu Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

- SNI-03-1729-2002, 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional BSN.
- SNI-03-2847-2002, 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional BSN.
- Tall, Lambert, 1974, *Structural Steel Design*, The Ronald Press Company, New York.
- Tjokrodinuljo, 1992, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta
- Wang, C.K., Salmon, C.G., 1986, *Desain Beton Bertulang*, Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Surabaya
- Wigroho, Haryanto Yoso dan Wibowo, FX. Nurwadji, *Kuat Lentur Profil C Tunggal Dengan Perkuatan Tulangan Vertikal dan Cor Beton Pengisi*, *Laporan Penelitian Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta