

KOLOM KANAL C GANDA BERPENGISI BETON RINGAN DENGAN BEBAN EKSENTRIK (170S)

Ade Lisantono¹, Bonaventura Henrikus Santoso² dan Rony Sugianto³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: adelisantono@mail.uajy.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: henry_aven@yahoo.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: fransiskus_rony@yahoo.com

ABSTRAK

Pada umumnya profil C (*Lipped Channel*) digunakan untuk gording. Namun, saat ini pemakaian profil tersebut tidak terbatas untuk gording saja tetapi juga digunakan sebagai elemen struktur rumah tahan gempa seperti kuda-kuda, balok dan kolom. Hal ini dilakukan karena profil tersebut cukup ringan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kolom pendek dan kolom langsing yang menggunakan profil C ganda. Profil C yang digunakan dalam berupa baja profil C yang dirangkai ganda dengan diberi variasi jarak pelat pengaku arah lateral sebesar 100 mm, 150 mm, 200 mm, dan 250 mm. Profil C yang digunakan mempunyai ukuran lebar (b) 33 mm, tinggi (h) 69,4 mm, dan tebal (t) 1,4 mm. Kolom pendek yang diuji mempunyai panjang (L) 1000 mm, sedangkan kolom langsing mempunyai panjang (L) 3500 mm. Jumlah kolom yang diuji sebanyak 16 benda uji, dengan rincian kolom pendek 8 benda uji yang terdiri dari 4 kolom pendek tanpa pengisi beton ringan dan 4 benda uji kolom pendek dengan pengisi beton ringan. Sedangkan benda uji kolom langsing sebanyak 8 benda uji yang terdiri dari 4 kolom langsing tanpa pengisi beton ringan dan 4 kolom langsing dengan pengisi beton ringan. Kolom baja profil C ganda tersebut dibebani secara eksentrik sejauh 50 mm dari pusat sumbu kolom. Hasil pengujian pada kolom pendek profil C ganda menunjukkan bahwa kolom pendek profil C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kapasitas beban sebesar 101,405 %; 147,698 %; 146,624 %; 169,225 % berturut-turut untuk kolom pendek dengan jarak pengaku 100 mm; 150 mm; 200 mm; dan 250 mm. Sedangkan hasil pengujian pada kolom langsing profil C ganda menunjukkan bahwa kolom langsing profil C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kapasitas beban sebesar 111,494 %; 101,405 %; 165,385 %; 121,584 % berturut-turut untuk kolom langsing dengan jarak pengaku 100 mm; 150 mm; 200 mm; dan 250 mm.

Kata kunci: kolom profil C ganda, beton ringan, pengaku arah lateral, beban eksentrik, kapasitas beban

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Profil baja yang banyak digunakan untuk elemen struktur bangunan gedung dan jembatan adalah profil IWF, sedangkan profil kanal C (*lipped channel*) pada umumnya hanya digunakan untuk gording. Saat ini pemakaian profil kanal C (*lipped channel*) sudah mulai dipertimbangkan pemakaiannya untuk elemen-elemen struktur bangunan gedung (Wuryanti, 2005). Pemakaian profil kanal C untuk elemen struktur bangunan gedung, karena bobotnya yang lebih ringan bila dibandingkan dengan profil lainnya. Tujuan pemilihan profil yang ringan tersebut adalah untuk mengurangi gaya inersia apabila bangunan tersebut terkena gaya gempa. Profil kanal C (*lipped channel*) yang merupakan profil bentukan dingin (*cold form*) mempunyai kelebihan karena bobotnya yang ringan, namun profil tersebut mempunyai kelemahan yaitu profil tersebut sangat tipis sehingga mudah terjadi tekuk lokal (*local buckling*).

Untuk mengatasi kelemahan profil kanal C (*lipped channel*) Sinaga (2005) melakukan penelitian penggunaan profil kanal C sebagai balok dengan perkuatan baja tulangan yang dipasang secara vertikal menghubungkan sayap atas dan bawah pada sisi profil yang terbuka. Kemudian Wigroho (2005) juga melakukan penelitian yang sama namun tulangan vertikalnya diganti dengan pelat. Kedua penelitian tersebut mengindikasikan adanya peningkatan kuat lentur dari balok yang menggunakan profil kanal C tersebut.

Beton juga merupakan bahan bangunan yang menjadi pilihan dalam membuat konstruksi bangunan gedung. Hal itu dikarenakan beton mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan komponen bahan lainnya (kayu, baja), yaitu: lebih tahan terhadap cuaca, lebih tahan terhadap korosi, lebih mudah dibentuk sesuai keinginan perencana dan tentunya lebih ekonomis karena praktis tidak memerlukan biaya perawatan. Saat ini teknologi beton sudah pesat kemajuannya, selain beton normal sekarang sudah banyak dikembangkan tentang beton serat, beton geopolymer, beton ringan dan lain sebagainya. Untuk bangunan tahan gempa, pada umumnya cenderung dipilih beton ringan oleh karena bobotnya lebih ringan dari beton normal sehingga berat bangunan juga semakin ringan. Hal ini tentu akan mengurangi gaya inersia akibat gempa. Menurut Tjokrodinuljo (1996), beton ringan (*Light Weight Concrete*) dapat dibuat dengan tiga metode, diantaranya adalah dengan membuat gelembung udara (reaksi kimia), mengganti agregat kasar dengan agregat kasar yang mempunyai berat jenis lebih rendah dan menghilangkan agregat halus (beton non pasir). Dengan demikian dapat dibuat beton ringan dengan pecahan bata yang terbuat dari *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) sebagai agregat kasarnya.

Penggunaan profil kanal C komposit dengan beton sudah mulai dikembangkan beberapa tahun terakhir ini. Wigroho (2008) telah melakukan studi tentang kuat lentur profil kanal C tunggal yang diberi perkuatan tulangan vertikal pada sisi profil yang terbuka dan didalam profil kanal C tersebut diisi dengan beton normal. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa balok profil kanal C komposit beton normal dapat meningkatkan kuat lenturnya 2,46 kali jika dibandingkan dengan balok profil kanal C tanpa diisi dengan beton normal. Kemudian Lisantono dan Sari pada tahun 2009 juga melakukan studi kuat lentur profil kanal C tunggal komposit dengan beton ringan, dimana beton ringan yang dipakai beragregat kasar menggunakan pecahan bata *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa balok profil kanal C tunggal dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kuat lenturnya sampai 1,842 kalinya dibanding dengan balok profil kanal C tunggal tanpa pengisi beton ringan. Oleh karena penggunaan profil kanal C tunggal dianggap kurang stabil terhadap puntir, maka Lisantono et al. (2010) melakukan penelitian penggunaan profil kanal C ganda untuk elemen struktur balok. Hasil penelitian penggunaan balok dengan profil kanal C ganda tersebut menunjukkan bahwa dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kuat lentur balok sampai 1,78 kalinya dibanding dengan tanpa pengisi beton ringan. Kemudian Lisantono dan Jiwandono (2011) telah melakukan penelitian penggunaan profil kanal C ganda untuk kolom pendek dan kolom langsing yang dikenai beban konsentrik. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa untuk kolom pendek berpengisi beton ringan dengan pengaku berjarak 100 mm dapat meningkatkan kapasitas beban kolom sebesar 2,87 kalinya apabila dibanding dengan kolom profil kanal C ganda tanpa pengisi beton ringan. Karena studi yang dilakukan oleh Lisantono dan Jiwandono (2011) terbatas pada beban konsentrik, maka perlu dilakukan studi tentang kolom kanal C ganda berpengisi beton ringan yang dibebani secara eksentrik.

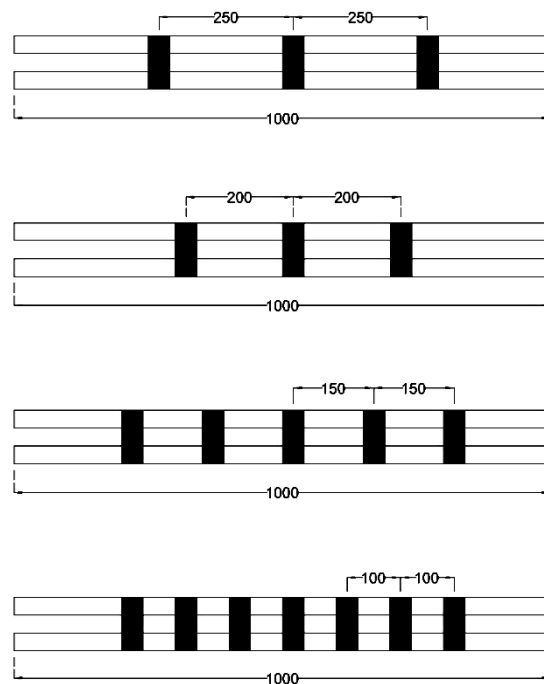
2. PROGRAM EKSPERIMENTAL

Material

Material beton yang digunakan dalam penelitian ini merupakan beton ringan dengan agregat kasar dari pecahan bata ringan yang terbuat dari *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Pada penelitian ini beton ringan yang menggunakan agregat kasar dari bata ringan tersebut mempunyai berat jenis sebesar $1628,4175 \text{ kg/m}^3$. Hasil uji kuat tekan silinder ukuran (150 mm x 300 mm) pada umur beton 28 hari diperoleh bahwa kuat tekan rata-ratanya sebesar 10,023 MPa. Sedangkan dari hasil uji modulus elastisitasnya diperoleh bahwa modulus elastisitas beton ringan tersebut sebesar 3995,547 MPa. Profil kanal C sebelum digunakan dalam penelitian ini juga dilakukan uji tarik baja untuk mengetahui tegangan lelehnya. Pengujian tarik baja profil C dilakukan dengan menggunakan Universal testing Machine (UTM). Dari hasil pengujian tarik diperoleh tegangan leleh baja sebesar 129,907 MPa dan modulus elastisitasnya sebesar 32817,773 MPa.

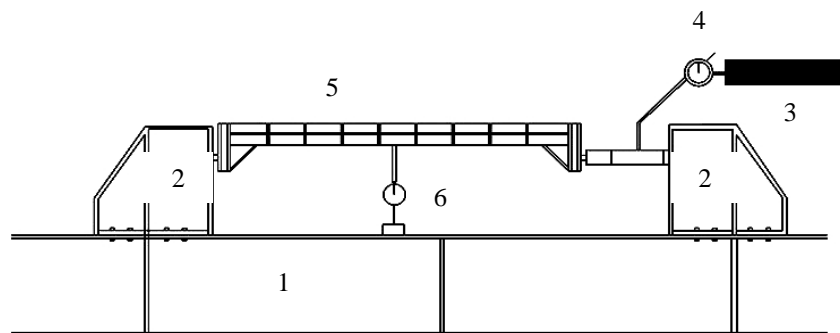
Spesimen kolom

Profil C yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai ukuran lebar (b) = 33 mm, tinggi (h) = 69,4 mm, dan tebal (t) = 1,4 mm. Untuk kolom pendek direncanakan mempunyai panjang (L) = 1000 mm, sedangkan untuk kolom langsing direncanakan mempunyai panjang (L) = 3500 mm. Dalam penelitian ini dua profil kanal C akan dirangkai menjadi satu kesatuan kolom. Untuk menggabungkan kedua profil C menjadi satu diperlukan pelat baja strip. Pelat baja strip yang digunakan berukuran panjang (p) = 100 mm, lebar (l) = 40 mm, dan tebal (t) = 2,0 mm. Pelat baja strip tersebut digunakan sebagai pengaku arah lateral antar profil kanal C yang dirangkai secara ganda dengan beberapa variasi jarak antar pengaku arah lateral yaitu 100 mm, 150 mm, 200 mm dan 300 mm seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Variasi pengaku kolom profil kanal C (satuan dalam mm)

Kolom yang akan diuji diberi kode berdasarkan variasi jarak pengaku dan pengisian beton ringan. Dengan demikian kolom pendek diberi kode KPK (Kolom Pendek Kosong atau tanpa pengisi beton ringan) dan KPB (Kolom Pendek Berisi atau dengan pengisi beton ringan), sedangkan pada kolom langsing diberi kode KKK (Kolom Langsing Kosong atau tanpa pengisi beton ringan) dan KLB (Kolom Langsing Berisi atau dengan pengisi beton ringan). Benda uji kolom diletakkan secara horizontal pada *loading frame* dengan posisi seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Dalam pengujian, kolom tersebut diberi beban aksial secara eksentrik dengan jarak eksentrisitas 100 mm dari titik berat penampang kolom. Beban diberikan menggunakan *hydraulic jack* yang mempunyai manometer beban. Sedangkan untuk mengukur defleksi digunakan dial gauge yang dipasang di tengah-tengah tinggi kolom.



Gambar 2. *Setup* pengujian kolom

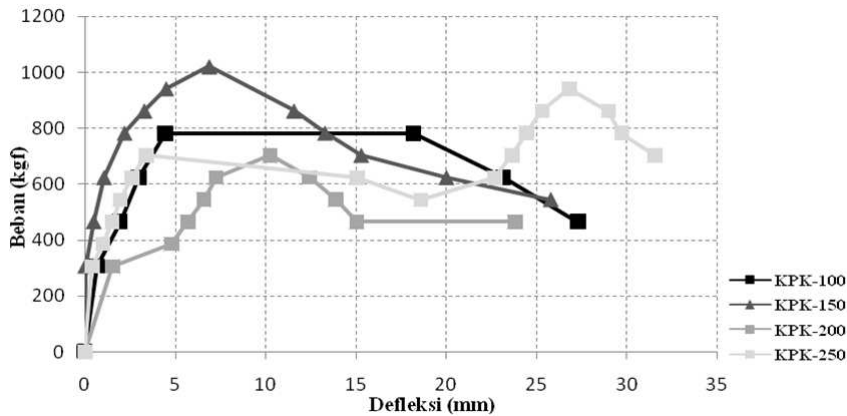
Keterangan gambar:

1. gelagar utama (profil W400) yang diangkur ke lantai.
2. dukungan masif (profil W400) yang dibaut kuat dengan gelagar utama
3. hydraulic jack
4. manometer beban
5. benda uji kolom (dipasang sumbu lemah ke arah vertikal)
6. dial gauge

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolom pendek

Hasil pengujian kolom pendek tanpa pengisi beton ringan dapat dilihat pada Gambar 3.



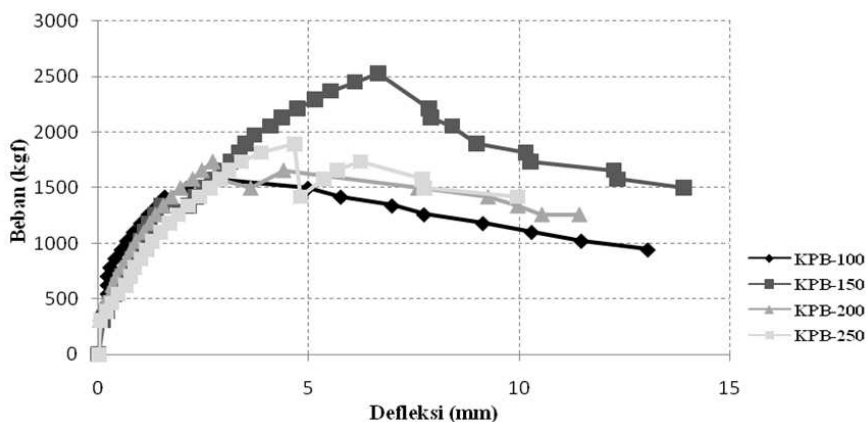
Gambar 3. Kurva beban-defleksi kolom pendek kanal C tanpa pengisi beton ringan

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kurva beban-defleksi kolom pendek kanal C tanpa pengisi beton ringan secara umum dapat digambarkan sebagai berikut: pada beban rendah kurva meningkat secara linear, kemudian kurva meningkat secara nonlinear sampai mencapai beban puncaknya, kecuali pada spesimen KPK-250 ada sedikit penurunan beban sebelum mencapai puncak serta dengan defleksi yang cukup besar. Setelah mencapai beban puncak kurva secara umum menurun dengan cukup landai sampai akhirnya kolom tersebut runtuh. Perbandingan beban maksimum yang dapat dicapai oleh masing-masing kolom pendek kanal C tanpa pengisi beton dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 diperlihatkan bahwa diantara spesimen KPK-150 yaitu kolom kanal C tanpa pengisi beton ringan dengan jarak pengaku lateral 150 mm mempunyai kemampuan mendukung beban yang paling besar, yaitu sebesar 1021 kgf.

Tabel 1. Beban maksimum kolom pendek kanal C tanpa pengisi beton ringan

Spesimen	Beban maksimum (kgf)
KPK-100	783
KPK-150	1021
KPK-200	703,5
KPK-250	703,5

Sedangkan hasil pengujian kolom pendek dengan pengisi beton ringan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva beban-defleksi kolom pendek kanal C dengan pengisi beton ringan

Gambar 4 memperlihatkan bahwa kurva beban-defleksi kolom pendek kanal C dengan pengisi beton ringan secara umum dapat diilustrasikan sebagai berikut: pada beban rendah kurva meningkat secara linear, kemudian kurva

meningkat secara nonlinear sampai mencapai beban puncaknya. Setelah mencapai puncak secara umum kurva menurun dengan cukup landai sampai akhirnya kolom runtuh, terkecuali pada spesimen KPB-250 setelah mencapai puncaknya beban menurun cukup drastis kemudian kurva sempat naik dan akhirnya menurun lagi sampai dengan kolom mengalami keruntuhan. Perbandingan beban maksimum yang dapat dicapai oleh masing-masing kolom pendek kanal C dengan pengisi beton dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2 diperlihatkan bahwa diantara spesimen KPB-150 yaitu kolom kanal C dengan pengisi beton ringan dengan jarak pengaku lateral 150 mm mempunyai kemampuan mendukung beban yang paling besar, yaitu sebesar 2529 kgf.

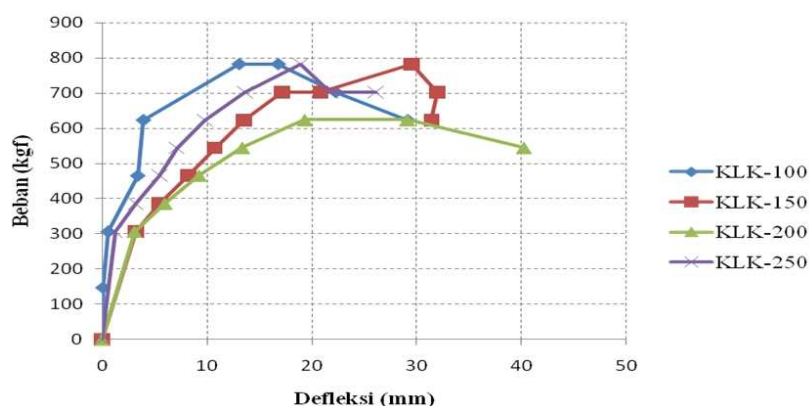
Tabel 2. Beban maksimum kolom pendek kanal C dengan pengisi beton ringan

Spesimen	Beban maksimum (kgf)
KPB-100	1557
KPB-150	2529
KPB-200	1735
KPB-250	1894

Apabila dibandingkan antara kolom pendek kanal C tanpa pengisi beton dengan kolom pendek kanal C dengan pengisi beton, maka dari Gambar 3 dan Gambar 4 terlihat bahwa kolom pendek kanal C dengan pengisi beton ringan mempunyai kurva yang lebih daktail apabila dibandingkan dengan kolom yang tanpa pengisi beton ringan. Hal ini ditunjukkan dengan kurva beban-defleksi yang setelah mencapai beban puncak kurva menurun dengan landai serta diikuti dengan defleksi yang cukup panjang sampai sebelum kolom mengalami keruntuhan. Demikian juga apabila dibandingkan terhadap beban maksimal yang dapat didukung, maka kolom pendek profil kanal C dengan pengisi beton ringan mampu mendukung beban yang lebih besar. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 2 bahwa kolom pendek profil kanal C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kapasitas beban sebesar 101,405 %; 147,698 %; 146,624 %; 169,225 % berturut-turut untuk kolom pendek dengan jarak pelat pengaku 100 mm; 150 mm; 200 mm; dan 250 mm.

Kolom langsing

Hasil pengujian kolom langsing tanpa pengisi beton ringan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva beban-defleksi kolom langsing kanal C tanpa pengisi beton ringan

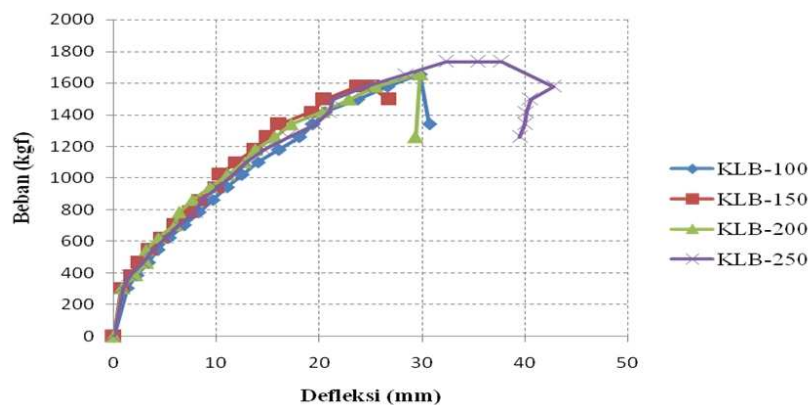
Gambar 5 menunjukkan bahwa kurva beban-defleksi kolom langsing kanal C tanpa pengisi beton ringan bahwa secara umum pada beban rendah kurva meningkat secara linear, kemudian kurva meningkat lagi secara nonlinear sampai mencapai puncaknya. Setelah mencapai beban puncak, kurva kemudian kurva menurun dengan landai sampai kolom mengalami keruntuhan dengan ditandai penurunan beban. Terkecuali pada specimen KLK-150 sebelum kurva mencapai puncaknya, kurva sedikit mendatar dan setelah mencapai puncaknya kurva kemudian turun drastis yang mengindikasikan kolom runtuh dengan tiba-tiba. Perbandingan beban maksimum yang dapat dicapai oleh masing-masing kolom langsing kanal C tanpa pengisi beton dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Beban maksimum kolom langsing kanal C tanpa pengisi beton ringan

Spesimen	Beban maksimum (kgf)
KLK-100	783
KLK-150	783
KLK-200	624
KLK-250	783

Tabel 3 memperlihatkan bahwa beban maksimum untuk kolom langsing kanal C ganda tanpa pengisi beton ringan dicapai oleh tiga spesimen yaitu KLK-100; KLK-150; dan KLK-250 dengan beban maksimum sebesar 783 kgf.

Hasil pengujian kolom langsing dengan pengisi beton ringan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva beban-defleksi kolom langsing kanal C dengan pengisi beton ringan

Gambar 6 memperlihatkan bahwa kurva beban-defleksi kolom langsing kanal C dengan pengisi beton ringan untuk keempat spesimen mempunyai jejak kurva yang hampir sama yaitu pada beban yang rendah terlihat linear, setelah beban mencapai kurang lebih 300 kgf kurva meningkat secara non-linear sampai mencapai puncak beban. Setelah mencapai beban puncak atau maksimumnya kurva dengan cepat menurun drastis, hal ini menunjukkan kolom mengalami keruntuhan secara tiba-tiba. Sedangkan perbandingan beban maksimum yang dapat dicapai oleh masing-masing kolom langsing kanal C dengan pengisi beton dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Beban maksimum kolom langsing kanal C dengan pengisi beton ringan

Spesimen	Beban maksimum (kgf)
KLB-100	1656
KLB-150	1577
KLB-200	1656
KLB-250	1735

Tabel 4 memperlihatkan bahwa beban maksimum dicapai oleh spesimen KLB-250 yaitu sebesar 1735 kgf, sedangkan spesimen KLB-100 dan KLB-200 mempunyai beban yang sama yaitu sebesar 1656 kgf dan spesimen KLB-150 mempunyai beban puncak yang paling rendah apabila dibandingkan dengan spesimen yang lainnya, yaitu sebesar 1577 kgf.

Apabila dibandingkan antara kolom langsing profil kanal C ganda tanpa pengisi beton ringan dengan yang berpengisi beton ringan, maka dari Gambar 5 dan 6 terlihat bahwa kolom langsing profil kanal C ganda dengan pengisi beton ringan juga lebih daktail apabila dibandingkan dengan yang tanpa pengisi beton ringan. Hal ini ditunjukkan oleh kurva beban-defleksi yang memperlihatkan peningkatan beban yang cukup besar dan kolom mampu memberikan defleksi yang cukup besar pula. Namun perlu diperhatikan bahwa pada kolom langsing profil kanal C dengan pengisi beton ringan setelah mencapai beban puncak, kolom mengalami keruntuhan yang tiba-tiba, hal ini ditunjukkan dengan penurunan beban yang drastis setelah kolom mencapai beban maksimal. Demikian pula apabila dibandingkan beban maksimal yang dapat didukung, maka dari Tabel 3 dan 4 terlihat bahwa kolom langsing profil kanal C dengan pengisi beton ringan mampu memberikan peningkatan kapasitas beban yang cukup signifikan.

Peningkatan kapasitas beban tersebut sebesar 111,494 %; 101,405 %; 165,385 %; 121,584 % berturut-turut untuk kolom langsing dengan jarak pengaku 100 mm; 150 mm; 200 mm; dan 250 mm.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap kolom pendek dan kolom langsing profil kanal C ganda baik tanpa maupun dengan pengisi beton ringan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ;

1. Kolom profil kanal C ganda dengan pengisi beton ringan mampu memberikan peningkatan kapasitas beban yang cukup signifikan apabila dibandingkan dengan kolom yang tanpa pengisi beton ringan
2. Kolom pendek profil kanal C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kapasitas beban sebesar 101,405 %; 147,698 %; 146,624 %; 169,225 % berturut-turut untuk kolom pendek dengan jarak pengaku 100 mm; 150 mm; 200 mm; dan 250 mm.
3. Kolom langsing profil kanal C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kapasitas beban sebesar 111,494 %; 101,405 %; 165,385 %; 121,584 % berturut-turut untuk kolom langsing dengan jarak pengaku 100 mm; 150 mm; 200 mm; dan 250 mm.
4. Kolom profil kanal C ganda dengan pengisi beton ringan lebih daktail apabila dibandingkan dengan kolom yang tanpa pengisi beton ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Lisantono, A. dan Sari, M.R. (2009). "Kuat Lentur Profil *Lipped Channel* Berpengaku Dengan Pengisi Beton Ringan Beragregat Kasar *Autoclaved Aerated Concrete* Hebel", *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 3 (KoNTeKS 3)*, 6-7 Mei 2009, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, S.99-S.105.
- Lisantono, A., Siswadi, dan Trihono, P.S. (2010). "Kuat Lentur Balok Profil *Lipped Channel* Ganda Berpengaku dengan Pengisi Beton Ringan", *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)*, 2-3 Juni 2010, Sanur, Bali, S.393 – S.399.
- Lisantono, A., dan Jiwandono, D.P.P. (2011). "Kolom Profil *Lipped Channel* Berpengisi Beton Ringan Dengan Beban Konsentrik", *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 5 (KoNTekS 5)*, Volume II, 14 Oktober 2011, Universitas Sumatra Utara, Medan, S.271 – S.276.
- Sinaga, R.M. (2005). *Perilaku Lentur Baja Profil C Tunggal Dengan Menggunakan Perkuatan Tulangan Arah Vertikal*, Tugas Akhir Strata Satu, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Bahan Bangunan*, Penerbit Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Wigroho, H.Y. (2005). *Kuat Lentur Profil C Tunggal Dengan Perkuatan Tulangan Vertikal dan Cor Beton Pengisi, Laporan Penelitian Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Wigroho, H.Y. (2008). "Kuat Lentur Profil C Tunggal Dengan Perkuatan Tulangan Vertikal dan Cor Beton Pengisi", *Jurnal Teknik Sipil*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta, ISSN 1411-660X, Volume 8, Nomor 3, Juni 2008, 264-277.
- Wuryanti, W. (2005). "Penggunaan Baja Cold-Form Sebagai Struktur Utama Konstruksi Rumah Tahan Gempa", *Jurnal Teknik Sipil*, ISSN 1693-4652, Volume 3, Nomor 1, April 2005, 37-49.