

## KUAT LENTUR BALOK PROFIL *LIPPED CHANNEL* GANDA BERPENGAKU DENGAN PENGISI BETON RINGAN

Ade Lisantono<sup>1</sup>, Siswadi<sup>2</sup> dan Panji Satria Trihono<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,  
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta 55281, Indonesia  
Email : adelisantono@mail.uajy.ac.id

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,  
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta 55281, Indonesia  
Email : siswadi@mail.uajy.ac.id

<sup>3</sup> Alumni Program S1 Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,  
Jl. Babarsari 44 Yogyakarta 55281, Indonesia  
Email : eagle\_satria01@yahoo.com

### ABSTRAK

Dalam perencanaan struktur tahan gempa, pada umumnya dipilih bahan-bahan yang beratnya lebih ringan. Hal ini dimaksudkan agar pada saat terjadi gempa, gaya inersia yang terjadi pada bangunan menjadi lebih kecil. Profil *lipped channel* C atau kanal C dapat digunakan sebagai elemen balok, namun profil ini mempunyai kelemahan dalam hal stabilitasnya karena profil terbuat dari pelat yang tipis dan pusat geometrinya yang tidak terletak di tengah-tengah potongan melintangnya. Dengan demikian dalam penggunaannya perlu dilakukan modifikasi, sehingga menjadi kuat bila digunakan sebagai elemen balok. Dalam penelitian ini, dilakukan studi eksperimental kuat lentur kanal C ganda berpengaku dengan pengisi beton ringan beragregat kasar pecahan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Benda uji balok kanal C ganda berpengaku mempunyai bentang dari tumpuan ke tumpuan sebesar 1800 mm. Dipilih profil kanal C dengan ukuran lebar 35 mm, tinggi 94 mm. Benda uji balok kanal C yang dibuat sebanyak 9 buah dengan tiga tipe jarak sengkang yang berbeda yaitu 150 mm, 200 mm, dan 300 mm, dimana masing-masing tipe jarak sengkang tersebut terdiri dari dua buah balok dengan pengisi beton ringan, dan satu buah balok tanpa pengisi beton ringan. Dalam pengujian digunakan dua beban titik melalui *transfer beam* dengan jarak 600 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa balok kanal C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kuat lentur balok. Apabila dibanding dengan balok kanal C tanpa pengisi beton ringan, balok kanal C ganda yang diberi pengisi beton ringan memberikan peningkatan kuat lentur sebesar 80,26 %; 79,86%; dan 75,99% berturut-turut untuk balok dengan jarak sengkang 150 mm; 200 mm dan 300 mm.

Kata kunci: Balok kanal C ganda berpengaku, beton ringan, agregat kasar AAC, kuat lentur.

### 1. PENDAHULUAN

Dalam perancangan struktur yang tahan gempa diperlukan adanya suatu bahan yang ringan tetapi memiliki kekuatan yang besar. Hal ini dilakukan dengan maksud agar pada saat terjadi gempa, gaya inersia yang terjadi pada bangunan menjadi lebih kecil. Beton ringan merupakan salah satu alternatif sebagai pilihan material untuk struktur tahan gempa. Beton ringan (*light weight concrete*) dapat dibuat dengan 3 metode, diantaranya dengan membuat gelembung udara (reaksi kimia), mengganti agregat berberat jenis lebih rendah dan menghilangkan agregat halus atau beton non pasir (Tjokrodinuljo, 1996). Untuk elemen struktur, selain menggunakan beton ringan dapat juga digunakan profil yang beratnya relatif ringan bila dibandingkan dengan profil yang lain. Profil *lipped channel* atau profil kanal C merupakan profil yang ringan dan saat ini bisa digunakan untuk elemen-elemen struktur rumah tahan gempa (Wuryanti, 2005).

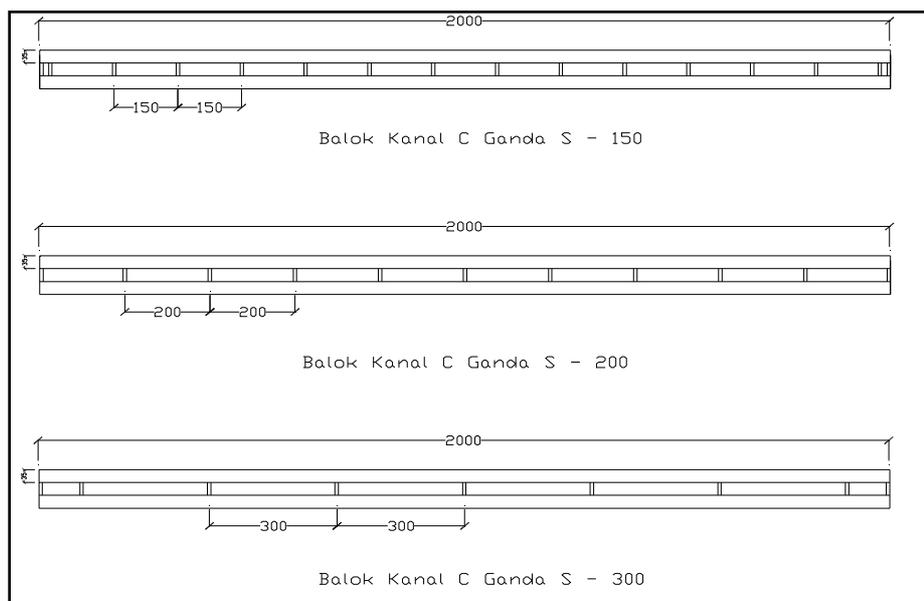
Profil *Lipped Channel* merupakan bentukan dingin (*cold-deformed*). Profil semacam ini disebut sebagai profil yang tidak kompak dan akan mudah mengalami tekuk. Beberapa cara untuk mengatasi ketidakompakan profil semacam ini, diantaranya dengan memberi perkuatan baja tulangan yang dipasang secara vertikal menghubungkan antara sayap atas dan bawah pada bagian sisi profil yang terbuka (Sinaga, 2005); atau dengan memberi perkuatan dengan pelat vertikal (Wigroho, 2005). Hasil penelitian tersebut mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan lentur dari profil tersebut. Kemudian Wigroho pada tahun 2008 melakukan studi tentang kuat lentur profil C tunggal dengan perkuatan tulangan vertikal serta diisi dengan beton normal. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan diisi beton normal maka kemampuan kuat lentur profil tersebut meningkat 2,46 kalinya.

Lisantono dan Sari (2009) melakukan riset untuk mengetahui kuat lentur profil *lipped channel* berpengaku dengan pengisi beton ringan beragregat kasar pecahan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Pada riset tersebut, profil *lipped channel* diberi perkuatan dengan menambahkan tulangan arah vertikal dengan jarak tertentu serta pada rongga tengahnya diisi beton ringan beragregat kasar pecahan AAC, dengan demikian diharapkan tekuk lokal profil *lipped channel* dapat dicegah. Hasil studi mereka menunjukkan bahwa balok profil *lipped channel* dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kuat lentur sebesar 1,842 kalinya dibanding dengan balok tanpa pengisi beton ringan. Namun penelitian tersebut masih terbatas pada balok dengan profil *lipped channel* tunggal, sehingga apabila akan digunakan untuk elemen struktur balok akan terjadi puntir. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian terhadap balok dengan menggunakan profil *lipped channel* ganda, supaya tidak terjadi puntir apabila akan digunakan sebagai elemen balok.

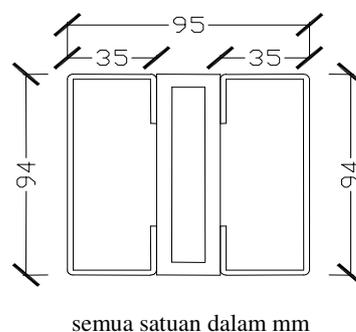
Pada penelitian ini dilakukan kajian program eksperimental terhadap kuat lentur balok profil *lipped channel* atau kanal C ganda berpengaku dengan atau tanpa pengisi beton ringan beragregat kasar AAC.

## 2. PROGRAM EKSPERIMENTAL

Dibuat benda uji balok kanal C ganda dengan panjang 2000 mm, dipilih profil *lipped channel* atau kanal C berukuran lebar 35 mm, dan tinggi 94 mm. Benda uji yang digunakan sebanyak 9 buah kanal C dengan tiga tipe jarak sengkang yang berbeda yaitu 150 mm, 200 mm, dan 300 mm, dimana masing-masing tipe jarak sengkang terdiri dari dua buah balok dengan pengisi beton ringan beragregat kasar AAC, dan satu buah balok tanpa pengisi (lihat Gambar 1). Sengkang yang dipasang berdiameter 6 mm dan disambungkan dengan las diantara dua profil kanal C seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

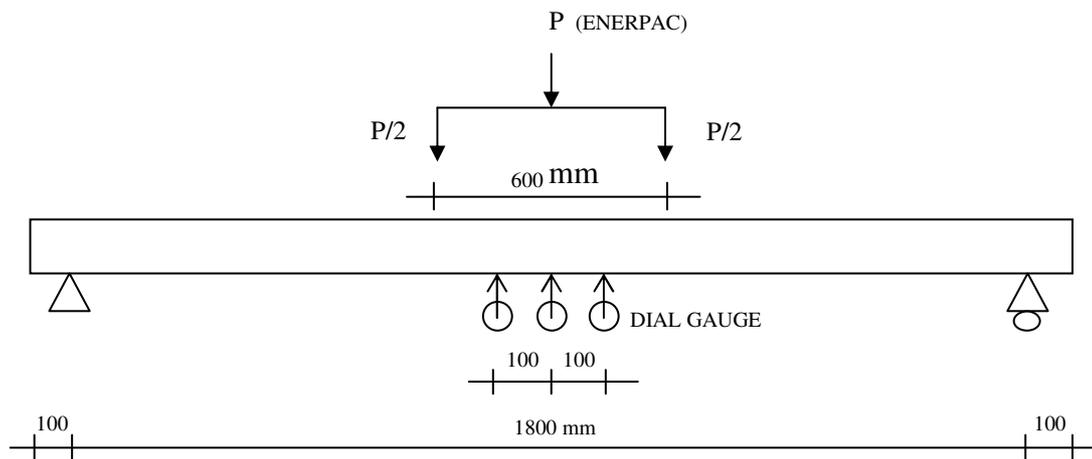


Gambar 1. Penampang atas kanal C ganda yang sudah diberi pengaku

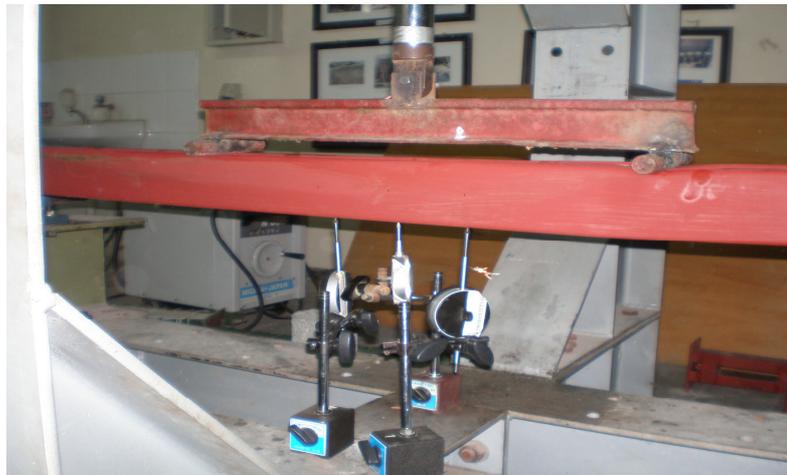


Gambar 2. Profil kanal C ganda dengan pengaku sengkang

Balok dengan sengkang berjarak 150 mm diberi kode DC-150-1 untuk yang tidak berpengisi beton ringan, sedangkan yang berpengisi beton ringan diberi kode DC-150-2 dan DC-150-3. Untuk balok dengan sengkang 200 mm dan 300 mm berturut-turut diberi kode DC-200 dan DC-300. Sama seperti balok dengan sengkang 150 mm, untuk balok tanpa pengisi beton ringan diberi kode 1 dan berpengisi beton ringan diberi kode 2 dan 3. Panjang bentang antar tumpuan pada balok uji dibuat sebesar 1800 mm. Pembebanan menggunakan *enerpac* melalui balok pemindah (*transfer beam*) dengan bentang 600 mm. Pengukuran defleksi balok dilakukan dengan tiga buah *dial gauge*, satu diletakkan ditengah bentang sedangkan dua lainnya diletakkan 100 mm di kanan kirinya seperti diperlihatkan pada Gambar 3.a dan Gambar 3.b.



Gambar 3.a. *Set up* benda uji.

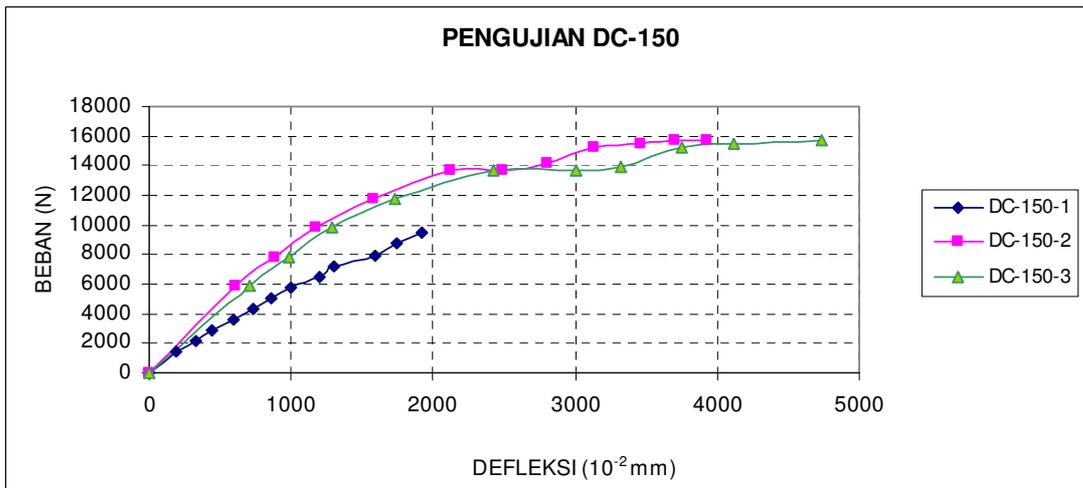


Gambar 3.b. Foto *set up* pengujian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

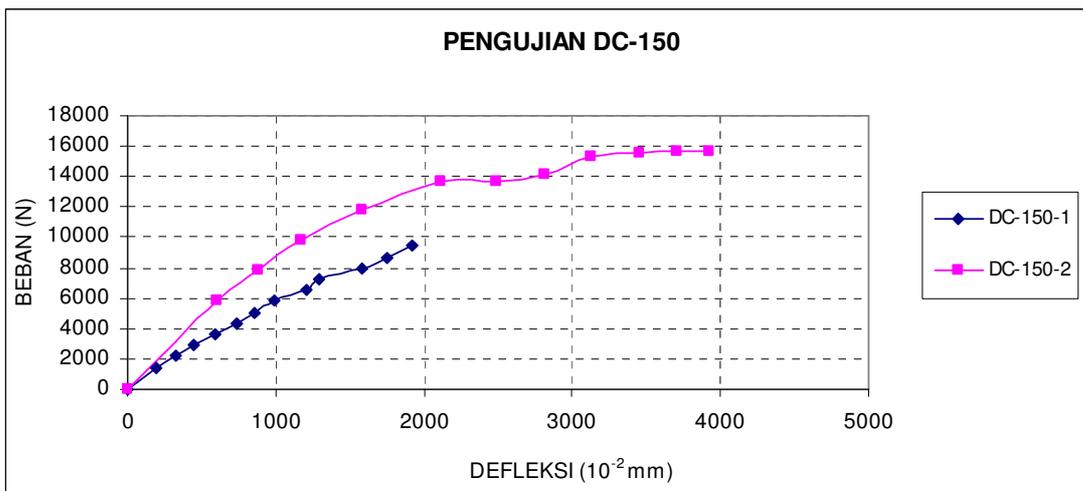
Kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan beragregat kasar AAC berturut-turut sebesar 8,132 MPa dan 13565 Mpa dengan berat jenis rata-rata sebesar 1771,434 kg/m<sup>3</sup>. Menurut Dobrowolski (1998) beton ringan tersebut masuk kategori beton ringan dengan kekuatan menengah. Sedangkan hasil uji balok kanal C ganda dengan sengkang berjarak 150 mm dapat dilihat pada Gambar 4. Balok kanal C ganda tanpa pengisi dengan sengkang berjarak 150 mm diberi kode DC-150-1, sedangkan balok dengan pengisi diberi kode DC-150-2 dan DC-150-3. Terlihat bahwa kekakuan balok kanal C ganda dengan pengisi (DC-150-2 dan DC-150-3) lebih besar dari pada tanpa pengisi (DC-150-1). Hal ini terlihat dari kemiringan (tangen sudut) kurva balok DC-150-2 dan DC-150-3 yang lebih besar dari pada balok DC-150-1.

Demikian pula dari sisi kekuatannya terlihat bahwa balok kanal C ganda dengan pengisi (DC-150-2 dan DC-150-3) memberikan hasil kuat lentur yang lebih besar dari pada balok kanal C ganda tanpa pengisi (DC-150-1).



Gambar 4. Hasil pengujian balok kanal C ganda dengan sengkang 150 mm

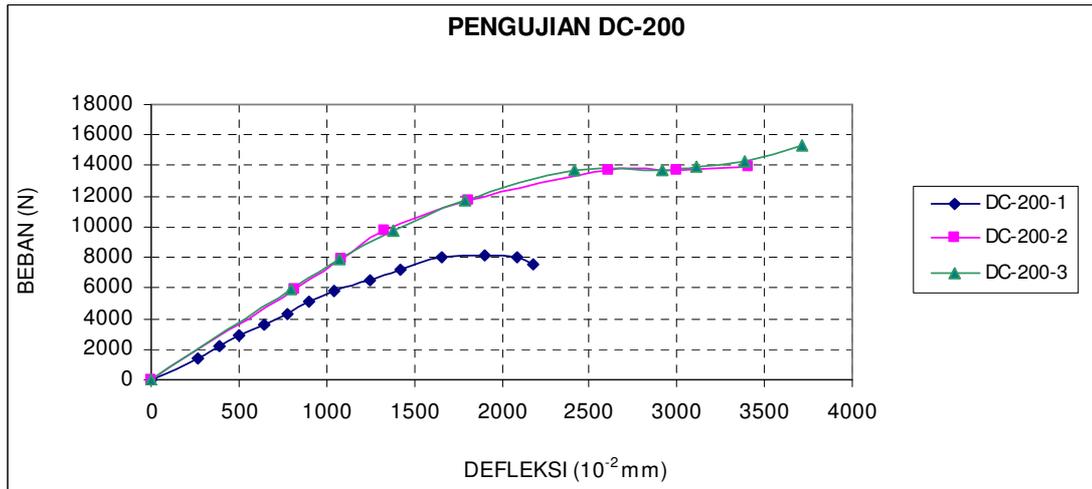
Kekuatan lentur balok kanal C ganda tanpa pengisi (DC-150-1) sebesar 8703,65 N, sedangkan balok DC-150-2 dan DC-150-3 kuat lenturnya berturut-turut sebesar 15689,17 N dan 15689,17 N atau rata-rata sebesar 15689,17 N. Dengan demikian apabila balok kanal C ganda diisi dengan beton ringan dengan agregat kasar AAC terjadi kenaikan sebesar **80,26 %** dibanding dengan balok kanal C ganda tanpa pengisi. Dilihat dari daktilitasnya, nampak dari Gambar 5 bahwa balok kanal C ganda dengan pengisi (DC-150-2) mempunyai daktilitas yang lebih besar apabila dibandingkan dengan balok kanal C ganda tanpa pengisi (DC-150-1).



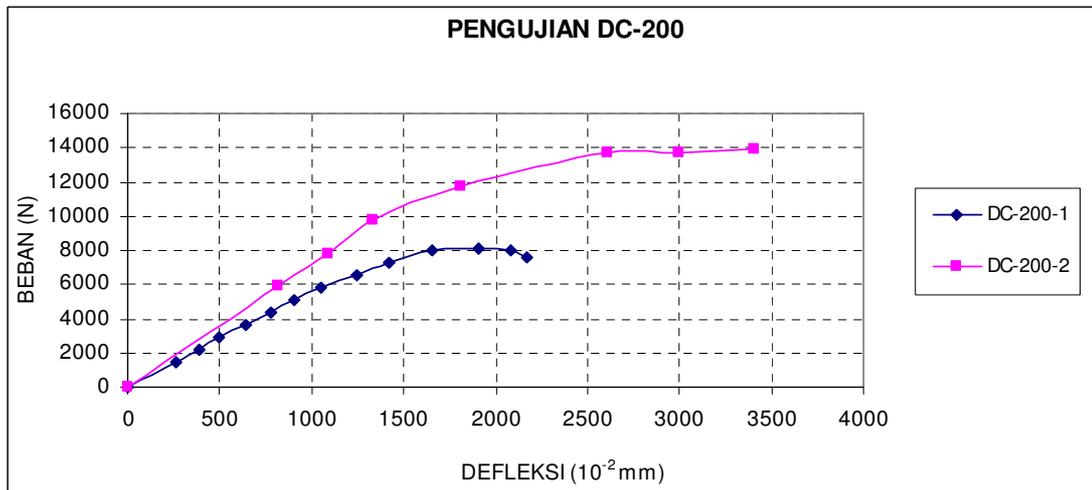
Gambar 5. Perbandingan daktilitas balok DC-150

Hasil pengujian balok kanal C ganda dengan sengkang berjarak 200 mm diperlihatkan pada Gambar 6. Balok kanal C ganda tanpa pengisi dengan sengkang berjarak 200 mm diberi kode DC-200-1, sedangkan balok dengan pengisi diberi kode DC-200-2 dan DC-200-3. Gambar 5.3 memperlihatkan bahwa kekakuan balok kanal C ganda dengan pengisi lebih besar dari pada balok kanal C ganda tanpa pengisi.

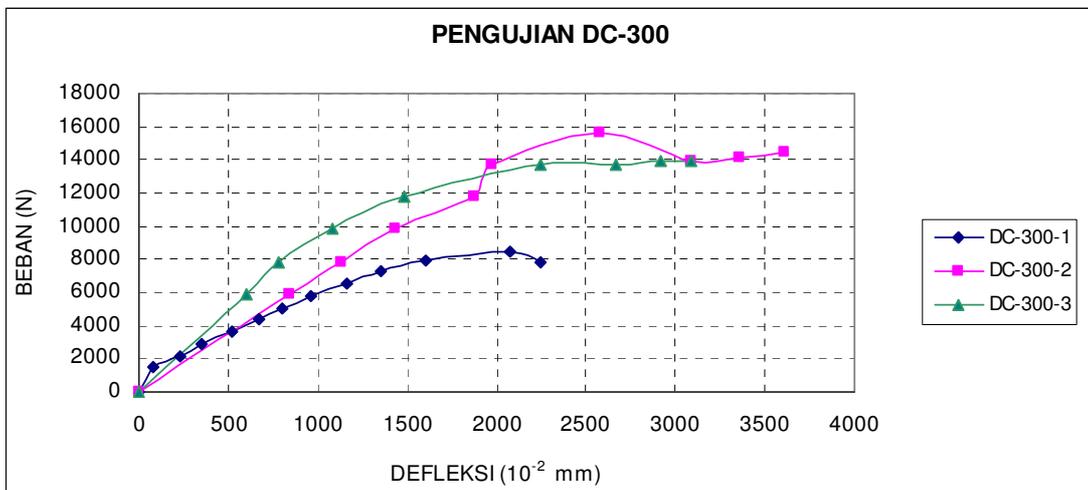
Demikian pula terlihat bahwa kuat lentur balok kanal C ganda dengan pengisi (DC-200-2 dan DC-200-3) memberikan hasil kuat lentur yang lebih besar dari pada balok kanal C ganda tanpa pengisi (DC-200-1). Kekuatan lentur balok kanal C ganda tanpa pengisi (DC-200-1) sebesar 8123,39 N, sedangkan balok DC-200-2 dan DC-200-3 kuat lenturnya berturut-turut sebesar 13924,06 N dan 15296,90 N atau rata-rata sebesar 14610,48 N. Dengan demikian apabila balok kanal C ganda diisi dengan beton ringan dengan agregat kasar AAC terjadi kenaikan sebesar **79,86 %** dibanding dengan balok kanal C ganda tanpa pengisi.



Gambar 6. Hasil pengujian balok kanal C ganda dengan sengkang 200 mm. Balok dengan pengisi dengan sengkang 200 mm juga memperlihatkan kemampuan daktilitas yang lebih tinggi dari balok tanpa pengisi (lihat Gambar 7).



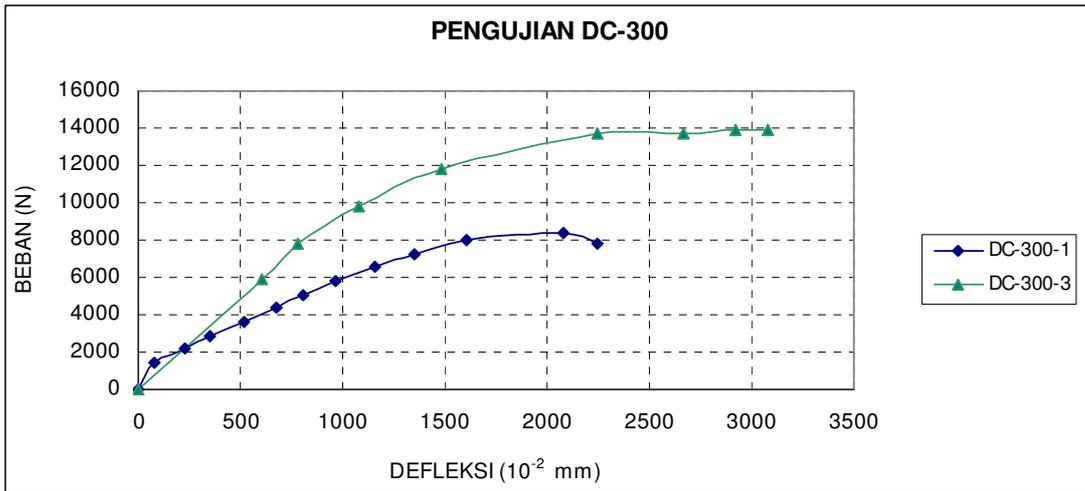
Gambar 7. Perbandingan daktilitas balok DC-200  
 Hasil pengujian untuk balok DC-300 diperlihatkan pada Gambar 8. Balok kanal C ganda tanpa pengisi dengan sengkang berjarak 300 mm diberi kode DC-300-1, sedangkan balok dengan pengisi diberi kode DC-300-2 dan DC-300-3.



Gambar 8. Hasil pengujian balok kanal C ganda dengan sengkang 300 mm

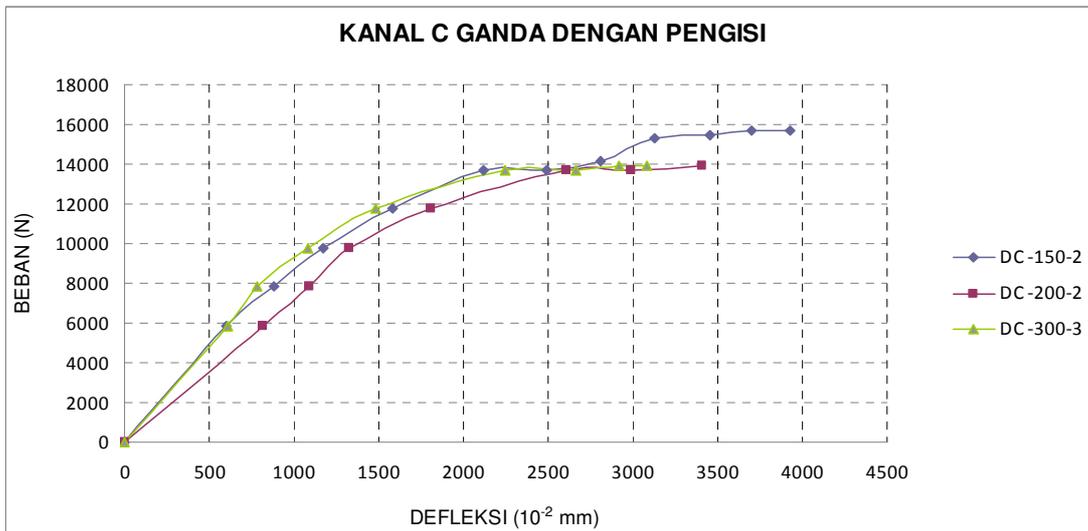
Sama seperti pada balok DC-100 dan DC-200 bahwa dari Gambar 8 tersebut di atas terlihat balok kanal C ganda dengan pengisi mempunyai kekakuan dan kapasitas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan balok kanal C tanpa pengisi. Kekuatan lentur balok kanal C ganda tanpa pengisi (DC-300-1) sebesar 8413,47 N, sedangkan balok DC-300-2 dan DC-300-3 kuat lenturnya berturut-turut sebesar 15689,17 N dan 13924,06 N atau rata-rata sebesar 14806,615 N. Dengan demikian apabila balok kanal C ganda diisi dengan beton ringan dengan agregat kasar AAC terjadi kenaikan sebesar 75,99 % dibanding dengan balok kanal C ganda tanpa pengisi.

Demikian pula apabila ditinjau daktilitasnya seperti terlihat dari Gambar 9 bahwa balok kanal C ganda dengan jarak sengkang 300 mm dan dengan pengisi beton ringan beragregat kasar AAC mempunyai daktilitas yang lebih tinggi dari pada balok tanpa pengisi.



Gambar 9. Perbandingan daktilitas balok DC-300

Apabila dibandingkan antara balok kanal C ganda dengan pengisi (lihat Gambar 10) terlihat bahwa balok DC-150 mempunyai kekuatan lentur rata-rata yang paling tinggi sebesar 15689,17 N, sedangkan kuat lentur rata-rata untuk balok DC-200 dan DC-300 masing-masing sebesar 14610,48 N dan 14806,615 N (lihat Tabel 1).



Gambar 10. Perbandingan balok kanal C dengan pengisi

Tabel 1. Kuat lentur rata-rata dari balok kanal C ganda dengan pengisi.

Nama Balok	Benda uji I (N)	Benda Uji II (N)	Kuat lentur maksimum rata-rata (N)
DC-150	15689.17	15689.17	15689.17
DC-200	13924.06	15296.90	14610,48
DC-300	15689.17	13924.06	14806,62

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan rata-rata beton ringan beragregat kasar AAC yang dicapai dalam penelitian ini sebesar 8,132 MPa.
2. Modulus elastisitas rata-rata beton ringan beragregat kasar AAC yang dicapai sebesar 13.565 MPa.
3. Balok kanal C ganda dengan pengisi beton ringan dapat meningkatkan kekakuan, kekuatan serta daktilitas balok.
4. Balok kanal C ganda dengan sengkang berjarak 150 mm yang diberi pengisi beton ringan (DC-150-2 dan DC-150-3) memberikan peningkatan kuat lentur rata-rata sebesar 80,26 % apabila dibanding dengan balok kanal C ganda dengan jarak sengkang yang sama namun tanpa pengisi beton ringan (DC-150-1).
5. Balok kanal C ganda dengan sengkang berjarak 200 mm yang diberi pengisi beton ringan (DC-200-2 dan DC-200-3) memberikan peningkatan kuat lentur rata-rata sebesar 79,86 % apabila dibanding dengan balok kanal C ganda dengan jarak sengkang yang sama namun tanpa pengisi beton ringan (DC-200-1).
6. Balok kanal C ganda dengan sengkang berjarak 300 mm yang diberi pengisi beton ringan (DC-300-2 dan DC-300-3) memberikan peningkatan kuat lentur rata-rata sebesar 75,99 % apabila dibanding dengan balok kanal C ganda dengan jarak sengkang yang sama namun tanpa pengisi beton ringan (DC-300-1).
7. Apabila dibandingkan diantara balok kanal C ganda berpengisi beton ringan, maka balok kanal C ganda dengan sengkang berjarak 150 mm memberikan kuat lentur yang paling tinggi yaitu sebesar 15.689,17 N. Sedangkan balok dengan sengkang berjarak 200 mm dan 300 mm memberikan kuat lentur maksimum berturut-turut sebesar 14.610,48 N dan 14.806,62 N.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas kesempatan dan dana riset yang telah diberikan untuk melakukan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala beserta staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas Laboratorium untuk pengujian, sehingga riset ini dapat berjalan dengan lancar.

#### 6. PUSTAKA

- Dobrowolski, A.J. (1998). *Concrete construction Hand Book*, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- 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.
- 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.
- SK SNI T-09-1991-03. (1991). *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- 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.

**KoNTekS 4, UNUD-UAJY-UPH**  
**Sanur, 2-3 Juni 2010**