

PENCCUNAAN COLD - FORMED SEBAGAI TULANGAN TARIK PADA  
BALOK BETON BERTULANG



Oleh:

RAHMA FIRGITA PRATAMA

03101001077

Dosen Pembimbing I :

Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE.

Dosen Pembimbing II :

Ir. H. Rizriwan

UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER

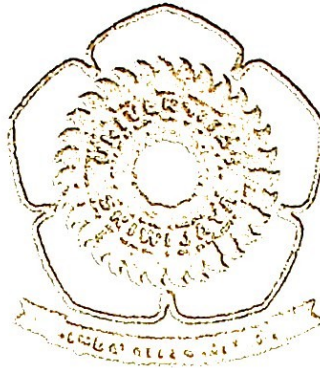
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2017

R. 27120/27691

**PENGGUNAAN COLD - FORMED SEBAGAI TULANGAN TARIK PADA  
BALOK BETON BERTULANG**



Oleh:

**PUTRI FIRGITA PRATAMI**

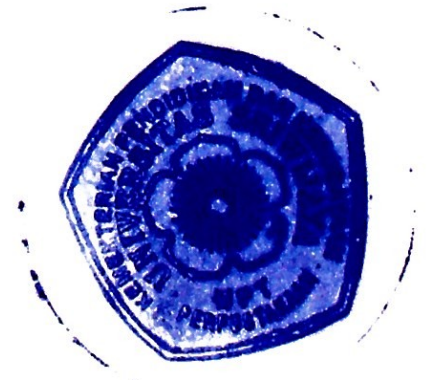
03101001077

Dosen Pembimbing I :

**Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggan, MSCE.**

Dosen Pembimbing II :

**Ir. H. Rozirwan**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2014**




**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : PUTRI FIRGITA PRATAMI**  
**NIM : 03101001077**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PENGGUNAAN *COLD FORMED* SEBAGAI TULANGAN  
TARIK PADA BALOK BETON BERTULANG.**

Palembang, Juli 2014

Ketua Jurusan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ika Juliantina', is written over a faint purple circular stamp. The stamp contains some illegible text, likely the name of the department or university.

**Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S**

**NIP. 19600701 198710 2 001**

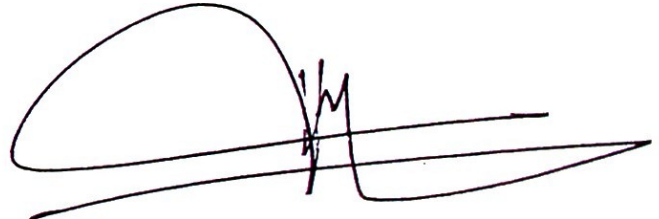
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : PUTRI FIRGITA PRATAMI  
NIM : 03101001077  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PENGGUNAAN *COLD FORMED* SEBAGAI TULANGAN  
TARIK PADA BALOK BETON BERTULANG**

Palembang, Juli 2014

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop on the left and several horizontal strokes extending to the right, with a vertical stroke intersecting the horizontal ones.

**Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE**

NIP. 196210281989031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA** : **PUTRI FIRGITA PRATAMI**  
**NIM** : **03101001077**  
**JURUSAN** : **TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL** : **PENGGUNAAN *COLD FORMED* SEBAGAI TULANGAN  
TARIK PADA BALOK BETON BERTULANG**

Palembang, Juli 2014

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rozirwan', is written over a large, stylized signature line that forms a wide, shallow 'V' shape.

**Ir. H. Rozirwan**

NIP. 195312121985031000

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : PUTRI FIRGITA PRATAMI**  
**NIM : 03101001077**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PENGGUNAAN *COLD FORMED* SEBAGAI TULANGAN  
TARIK PADA BALOK BETON BERTULANG**

Palembang, Juli 2014

Pemohon

**PUTRI FIRGITA PRATAMI**  
NIM. 03101001077

## ABSTRAK

Profil baja ringan (*cold formed steel*) adalah jenis profil baja yang memiliki dimensi ketebalan relatif tipis dengan rasio dimensi lebar setiap elemen profil terhadap tebalnya sangat besar. Walaupun termasuk dalam elemen struktur yang tipis (*thin walled structures*), pemakaiannya juga telah meluas. Ide dari pembuatan struktur baja ringan adalah untuk mendapatkan kekuatan maksimum dari material yang relatif tipis. Metode dalam penelitian ini adalah *full scale test* dan diuji dengan cara *semi-continuous loading*. Pengujian yang dilakukan berupa uji lentur pada spesimen balok beton bertulang menggunakan besi tulangan polos dan balok beton menggunakan *cold formed*. Mutu beton yang digunakan adalah  $f'c = 20$  MPa. Pengujian dilakukan terhadap empat buah spesimen, yaitu dua buah spesimen ukuran 15 x 20 x 250 cm dan dua buah spesimen ukuran 15 x 30 x 250 cm. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa spesimen balok beton C-SR 15 x 30 x 250 menerima beban maksimum terbesar diantara spesimen-spesimen lainnya.

Kata kunci : *cold formed*, uji lentur, *full scale test*, *thin walled structures*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan hidayah-Nya jugalah Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah wajib mahasiswa jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya serta sebagai syarat untuk mendapat gelar Sarjana Teknik.

Penulis menyadari bahwa adanya keterbatasan waktu dan pengetahuan menyebabkan penulis harus melibatkan banyak pihak untuk membantupenyelesaian Laporan Tugas Akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Kedua orang tua dan adik penulis yang selalu tak henti-hentinya berdo'a demi kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir hingga penulisan laporan. Serta selalu memberikan dukungan moril dan materil.
2. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, MS selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ratna Dewi, ST,MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, nasihat dan sarannyademi kesempurnaan dalam penelitian dan penulisan Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. H. Rozirwan selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, nasihat dan masukannya dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, MS. bapak Ir. H. Yakni Idris, MSC, MSCE, bapak Ir. Sutanto Mulyawan, M.Eng, bapak Ir. H. Wirawan Jatmiko, MM, bapak Bimo Brata Adhitya, ST, MT atas bimbingan, bantuan dan sarannya selama penelitian dan pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
7. Devrio Faathir Arrad sebagai salah satu motivator terbesar yang selalu memberikan dukungan dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
8. Rekan Tim Penelitian, Amelia Sevira, Septarianti Arini dan Arum Mutiara atas kerjasamanya dan dukungannya yang baik selama penelitian dan pengerjaan laporan.



9. Sahabat-sahabat seperjuangan. Mutiara Islami, Shinta Rahmalia, Arriandri, Harry Ade Putra, Fitriani dan Gemelly yang tak henti-hentinya memberikan dukungan agar laporan ini terselesaikan.
  
10. Kakak-kakak Sipil 2009 , teman-teman 2010, adik-adik tingkat yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, atas support dan bantuan dalam menyelesaikan laporan ini. Terima kasih. Semoga yang terbaik selalu teraih. Amin.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembacanya dan dapat digunakan sebaik mungkin.

Palembang, Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI



HALAMAN JUDUL .....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Beton Bertulang.....	5
2.2.1 Kelebihan Beton Bertulang.....	6
2.2.2 Analisis Lentur Balok Beton Bertulang.....	7
2.3 Material Pembentuk Beton.....	10
2.3.1 Semen .....	10
2.3.2 Agregat .....	11
2.3.3 Air.....	11
2.4 <i>Cold Formed Steel</i> .....	11
2.4.1 Bentuk Tampang Baja Ringan dan Aplikasinya .....	13
2.4.2 Tegangan Leleh dan Kekuatan Tarik pada Baja Ringan.....	14
2.5 Langkah-Langkah Perhitungan .....	15
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Studi Literatur .....	17
3.2 Perencanaan Penulangan dan Pengujian Material.....	17
3.3 Perencanaan Campuran <i>Mix Design</i> .....	19
3.4 Persiapan Material.....	19

3.5	Perencanaan dan Pembuatan Benda Uji.....	21
3.6	Pengujian Spesimen .....	25
3.7	Pengumpulan dan Analisis Data .....	27
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan Parametric (Parametric Study).....	28
4.1.1	Menghitung Jumlah Tulangan.....	28
4.1.2	Perhitungan Pembebanan.....	31
4.2	Hasil Eksperimen .....	41
4.3	Perbandingan Perhitungan <i>Parametric</i> dan Hasil Eksperimen.....	45
4.4	Perbandingan Grafik P - $\Delta$ pada Balok Beton C-SR dan C-CFR .....	46
4.4.1	Perbandingan Grafik P - $\Delta$ .....	46
4.4.2	Perbandingan Grafik P - $\Delta$ Inisial.....	49
4.4.3	Perbandingan Grafik P - $\Delta$ C-SR dan C-CFR .....	51
4.5	Perbandingan M - $\phi$ antara Balok Beton C-SR dan C_CFR.....	52
4.5.1	Perbandingan Grafik M - $\phi$ .....	53
4.5.2	Perbandingan Grafik M - $\phi$ Inisial .....	55
4.5.3	Perbandingan Grafik M - $\phi$ C-SR dan C-CFR.....	58
4.6	Perbandingan Beban Hasil Parametrik dan Hasil Eksperimen .....	59
BAB V. TINJAUAN PERHITUNGAN KONSTRUKSI		
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....		xii
LAMPIRAN		



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data – Data Hasil Pengujian Material.....	18
Tabel 3.2 Perhitungan Jumlah Tulangan.....	19
Tabel 4.1 Kode Spesimen.....	28
Tabel 4.2 Data Eksperimen C-SR 15-20-250.....	42
Tabel 4.3 Data Eksperimen C-CSR 15-20-250.....	43
Tabel 4.4 Data Eksperimen C-SR 15-30-250.....	44
Tabel 4.5 Data Eksperimen C-CFR 15-30-250.....	45
Tabel 4.6 Persentase Perbandingan Beban Parametrik dan Hasil Eksperimen.....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Asumsi Kondisi Tegangan dan Regangan pada Batas Ultimit.....	7
Gambar 2.2 Grafik Tegangan Regangan untuk Beton dalam Keadaan Normal...	8
Gambar 2.3 Perilaku Balok Beton Bertulang Selama Proses Pembebanan.....	10
Gambar 2.4 Macam Bentuk Profil aja Ringan Tunggal.....	13
Gambar 2.5 Penambang Beton. Diagram Regangan dan Diagram Regangan.....	15
Gambar 3.1 <i>Cold Formed Lipped Channel</i> .....	18
Gambar 3.2 Alat Uji Tarik .....	18
Gambar 3.3 Semen Baturaja .....	20
Gambar 3.4 Batu Pecah.....	20
Gambar 3.5 Pasir Tanjung Balai .....	20
Gambar 3.6 Gambar Rencana Penulangan Balok Beton Menggunakan Tulangan Polos.....	21
Gambar 3.7 Gambar Rencana Penulangan Balok Menggunakan <i>Cold Formed</i> ....	22
Gambar 3.8 Bekisting .....	22
Gambar 3.9 Pengaduk Campuran Beton.....	23
Gambar 3.10 Beton Tahu .....	23
Gambar 3.11 Proses Pengecoran .....	24
Gambar 3.12 Proses Mengecat Balok .....	24
Gambar 3.13 Proses Menggaris Balok.....	24
Gambar 3.14 <i>Hydraulic jack</i> .....	25
Gambar 3.15 <i>Load Cell</i> .....	25
Gambar 3.16 LVDT .....	26
Gambar 3.17 <i>Inclinometer</i> .....	26
Gambar 3.18 <i>Data Logger</i> .....	26
Gambar 3.19 Skema Pengujian Balok .....	27
Gambar 4.1 Penulangan alok Beton Bertulang.....	30
Gambar 4.2 Penulangan Balok Beton Menggunakan <i>Cold Formed</i> .....	31
Gambar 4.3 Grafik P- $\Delta$ C-SR 15-20-250.....	47
Gambar 4.4 Grafik P- $\Delta$ C-CFR 15-20-250 .....	47
Gambar 4.5 Grafik P- $\Delta$ C-SR 15-30-250.....	48
Gambar 4.6 Grafik P- $\Delta$ C-CFR 15-30-250 .....	48

Gambar 4.7 Grafik P- $\Delta$ Inisial C-SR 15-20-250.....	49
Gambar 4.8 Grafik P- $\Delta$ Inisial C-CFR 15-20-250 .....	50
Gambar 4.9 Grafik P- $\Delta$ Inisial C-SR 15-30-250.....	50
Gambar 4.10 Grafik P- $\Delta$ Inisial C-CFR 15-30-250 .....	51
Gambar 4.11 Grafik Gabungan P- $\Delta$ .....	52
Gambar 4.12 Grafik Momen-Rotasi C-SR 15-20-250.....	53
Gambar 4.13 Grafik Momen-Rotasi C-CFR 15-20-250 .....	53
Gambar 4.14 Grafik Momen-Rotasi C-SR 15-30-250.....	54
Gambar 4.15 Grafik Momen-Rotasi C-CFR 15-30-250 .....	55
Gambar 4.16 Grafik Momen-Rotasi Inisial C-SR 15-20-250.....	56
Gambar 4.17 Grafik Momen-Rotasi Inisial C-CFR 15-20-250 .....	56
Gambar 4.18 Grafik Momen-Rotasi Inisial C-SR 15-30-250.....	57
Gambar 4.19 Grafik Momen-Rotasi Inisial C-CFR 15-30-250 .....	57
Gambar 4.20 Grafik M- $\phi$ pada Balok Beton C-SR dan C-CFR.....	58
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Beban Parametrik dan Eksperimen.....	60



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Surat Tanda Uji

# BAB I

## PENDAHULUAN



Baja ringan (*cold formed steel*) adalah material yang terbuat dari lembaran plat baja yang diproses dalam suhu dingin. Proses produksi *cold formed steel* dilakukan pada suhu ruangan, berbeda dengan baja *hot rolled* yang dilakukan pada suhu tinggi. *Cold formed steel* sebagai elemen struktur telah mulai diminati saat ini. Hasil riset yang cukup intensif terhadap perilaku baja ringan telah dituangkan di dalam *design code* di berbagai negara.

Riset tentang baja ringan untuk konstruksi bangunan, dimulai oleh Prof. George Winter dari Universitas Cornell tahun 1939. Berdasarkan riset-riset beliau maka dapat dilahirkan edisi pertama tentang "*Light Gauge Steel Design Manual*" tahun 1949. Sejak dikeluarkan peraturan tersebut, maka pemakaian material baja ringan semakin berkembang untuk konstruksi bangunan, mulai struktur sekunder sampai struktur utama, misalnya untuk balok lantai, rangka atap dan dinding pada bangunan industri, komersial maupun rumah tangga.

### 1.1. Latar Belakang

Belakangan ini penggunaan baja ringan di Indonesia menjadi trend yang cukup menarik, dimana material ini lebih banyak digunakan untuk rangka atap dibandingkan dengan struktur lainnya. Walaupun termasuk dalam elemen struktur yang tipis (*thin walled structures*), pemakaiannya juga telah meluas. Ide dari pembuatan struktur baja ringan adalah untuk mendapatkan kekuatan maksimum dari material yang relatif tipis.

Pada pelat komposit, baja ringan berperan sebagai tulangan sekaligus bekisting, sedangkan komposit balok tetap membutuhkan tambahan bekisting pada sisi kiri dan kanan balok. Hal inilah yang mengakibatkan penggunaan komposit baja ringan pada balok komposit tidak berkembang. Sebagai upaya untuk meningkatkan penggunaan baja ringan di Indonesia, maka perlu dilakukan studi terhadap balok komposit baja ringan.

Untuk membantu meningkatkan standar mutu dalam penggunaan struktur *cold formed steel* untuk balok, diperlukan suatu penelitian mengenai perilaku dari

material tersebut saat digunakan sebagai struktur balok. Penelitian ini dibutuhkan untuk memberikan alternatif struktur balok selain beton bertulang biasa.

### 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa besar nilai beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok beton bertulang dan balok beton menggunakan *cold formed*.
2. Seberapa besar perbedaan beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok beton bertulang dan balok beton menggunakan *cold formed*.
3. Bagaimana hubungan defleksi terhadap beban dan hubungan putaran sudut terhadap momen pada uji lentur balok beton.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mempelajari gaya lentur, defleksi dan putaran sudut antara beton bertulang dengan balok beton menggunakan *Cold Formed Lipped Channel* pada struktur balok.
2. Untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok beton bertulang dengan balok beton menggunakan *cold formed*.
3. Studi experimental ini diharapkan dapat meningkatkan utilitas baja ringan di Indonesia dan memberikan alternatif struktur balok selain beton bertulang.

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk memudahkan pemahaman dan menghindari terjadinya penyimpangan dari judul dan tujuan, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas pada:

1. Tipe balok yang digunakan adalah balok ukuran 150 mm x 200 mm x 2500 mm dan 150 mm x 300 mm x 2500. Penelitian yang dilakukan adalah studi eksperimental terhadap 2 spesimen balok beton bertulang biasa dan 2 balok beton menggunakan *cold formed*.
2. Material yang digunakan tidak mengalami perawatan (kondisi lapangan)



3. Permasalahan yang akan dibahas adalah membandingkan kekuatan balok beton bertulang biasa dengan balok beton menggunakan *cold formed*.
4. Mutu beton menggunakan  $20 \text{ N/mm}^2$ .
5. Perletakan yang digunakan adalah sendi – rol.
6. Diameter tulangan sengkang yang digunakan adalah 6 mm dengan jarak 200 mm.
7. *Cold formed local material* yang digunakan di pasaran terbuat dari *zync alloy*.
8. Pada bagian tarik, penulangan menggunakan diameter 8 mm untuk menggantikan satu buah *cold formed* dengan  $f_y = 185,1 \text{ N/mm}^2$  dan  $A_s = 125,6404 \text{ mm}^2$  karena lebih efisien. Pemilihan diameter tulangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Diameter Tulangan	$A_s \text{ (mm}^2\text{)}$	$f_y \text{ (N/mm}^2\text{)}$	Jumlah Tulangan
6 mm	23,746	260,945	4
8 mm	39,592	283,9	2
10 mm	72,382	203,9	2

9. Pola pembebanan yang dilakukan berupa *semi-continuous loading* dengan menggunakan pembebanan berupa beban terpusat pada *sentris* benda uji dengan menggunakan satu set *hydraulic jack*.
10. Analisis perhitungan dengan menggunakan *British Standard (BS) 8110 part 1, part 2 dan part 3..*

#### 1.4. Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini akan ditulis dalam lima bab, yang terdiri dari :

##### Bab I. Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, rumusan permasalahan, dan sistematika penulisan.

## Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori, temuan, dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini.

## Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian dan rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan.

## Bab IV. Analisa dan Pembahasan

Bab ini berisikan informasi tentang penjabaran analisa data dan penjabaran hasil dari analisa yang telah dilakukan.

## Bab V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM (2000) "E8-00, Standard Test Method for Tension Testing of Metallic Material", American Society for Testing and Materials. Pennsylvania.
- British Standards Institution, BS 8110-1, Structural Use Of Concrete Part 1. BSI Standard ; 2000.
- British Standards Institution, BS 8110-2 Code of Practice for Special Circumstances Part 2. BSI Standard ; 1985
- British Standards Institution, BS 8110-3, Design Chart For Singly Reinforced Beams, Doubly Reinforced Beams and Rectangular Columns part 1. BSI Standard ; 1985
- Tan. E.L. , Experimental Study on Straight Composite Beams Subjected to Combined Flexural and Torsion. Journal Of Constructional Steel Research. 2009.