

KAPASITAS GESER BALOK BAJA CASTELLATED BENTUK BUKAAN LUBANG SEGIEMPAT DENGAN PERKUATAN TULANGAN DAN KOMPOSIT MORTAR MENGGUNAKAN PROGRAM RESPONSE 2000

Dina Heldita
Politeknik Kotabaru
dinaheldita@ymail.com

ABSTRACT

Castellated steel beams are beams that are increased from the IWF profile with the aim of increasing the moment of inertia to obtain greater flexural capacity than the standard IWF profile. One of the disadvantages of castellated steel is the inefficiency in continuous beam. In general, when positive moments are far less than negative moments while profile forms are constant. Therefore to overcome this weakness, increase the shear capacity and increase the capacity of the moment castellated steel is through the addition of longitudinal reinforcement, shear reinforcement and composite mortar. This research is a follow-up study from previous research, where in the previous research a direct loading test was carried out on 1: 1 scale specimens carried out at the Structural Laboratory of the University of Gadjah Mada. In this study the method used for theoretical analysis is using the Response-2000 program, analysis based on moment and load capacity. The data analysis was the moment capacity of IWF steel beam, moment capacity of castellated steel beam as profile, moment capacity of castellated steel beam as non-profile and moment capacity of castellated steel beam as composite. Based on the results of theoretical calculations, it can be seen that the calculation of the plastic joint approach for non-composite castellated steel as a non-profile is closer to the experimental results, whereas the castellated steel approach as a profile is too far from the experimental results. This can be interpreted that the theoretical calculation for non-composite castellated steel as a non-profile is more appropriate to be used in calculating the ratio of moment and load capacity than castellated steel as a profile. The ratio of the suitability of the results of the theoretical and experimental calculations for castellated non-composite steel (BC) is 0.71. Whereas for the theoretical analysis of castellated composite steel using the Response-2000 program as well as with a look analysis when compared with the experimental results it is very close. The ratio of the suitability of the results of the calculation of theoretical analysis using the Response-2000 program when compared with the experimental results is 0.99. For the ratio of the compatibility of the results of the calculation of the appearance analysis when compared with the experimental results is 0.97.

Keywords: Response 2000, Castellated, reinforcement, mortar, shear behavior

ABSTRAK

Balok baja castellated adalah balok yang ditingkatkan dari profil IWF dengan tujuan memperbesar momen inersia untuk memperoleh kapasitas lentur yang lebih besar dari profil IWF standar. Salah satu kelemahan baja castellated adalah inefisiensi dalam balok menerus. Pada umumnya saat momen positif jauh lebih sedikit daripada momen negatif sedangkan bentuk profil konstan. Oleh karena itu untuk mengatasi kelemahan tersebut, meningkatkan kapasitas geser dan meningkatkan kapasitas momen baja castellated adalah melalui penambahan tulangan longitudinal, tulangan geser dan komposit mortar. Penelitian

ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya, dimana pada penelitian sebelumnya dilakukan pengujian pembebanan langsung terhadap benda uji skala 1:1 yang dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Gadjah Mada. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk analisis teoritis yaitu dengan menggunakan program Response-2000, analisis berdasarkan kapasitas momen dan beban. Analisis data yang dilakukan adalah kapasitas momen balok baja IWF, kapasitas momen balok baja castellated sebagai profil, kapasitas momen balok baja castellated sebagai non-profil dan kapasitas momen balok baja castellated sebagai komposit. Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dapat dilihat bahwa perhitungan pendekatan sendi plastis untuk baja castellated non-komposit sebagai non-profil lebih mendekati dengan hasil eksperimen, sedangkan untuk pendekatan baja castellated sebagai profil sangat terlampau jauh dengan hasil eksperimen. Hal ini dapat diartikan bahwa perhitungan teoritis untuk baja castellated non-komposit sebagai non-profil lebih tepat untuk digunakan dalam perhitungan perbandingan kapasitas momen dan beban dari pada baja castellated sebagai profil. Ratio tingkat kecocokan hasil perhitungan teoritis dan eksperimen untuk baja castellated non-komposit (BC) adalah 0.71. Sedangkan untuk analisis teoritis baja castellated komposit dengan menggunakan program Response-2000 maupun dengan analisis tampang apabila dibandingkan dengan hasil eksperimen adalah sangat mendekati. Ratio tingkat kecocokan hasil perhitungan analisis teoritis dengan menggunakan program Response-2000 apabila dibandingkan dengan hasil eksperimen adalah 0.99. Untuk ratio tingkat kecocokan hasil perhitungan analisis tampang apabila dibandingkan dengan hasil eksperimen adalah 0.97.

Kata Kunci: Response 2000, Castellated, tulangan, mortar, perilaku geser

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam aplikasi, sistem baja castellated memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Gaya lintang yang diperbolehkan lebih kecil. Untuk alasan ini, baja castellated sangat cocok untuk bentang besar dengan beban kecil.
2. Untuk mencegah tekuk dari web, pelat pada bagian web perlu dilakukan pengelasan.
3. Inefisiensi dalam balok menerus, umumnya saat momen positif jauh lebih sedikit daripada momen negatif sedangkan bentuk profil konstan.

Karena beberapa kelemahan yang diuraikan seperti di atas, maka salah satu cara untuk mengatasi kelemahan tersebut, meningkatkan kapasitas geser penampang dan meningkatkan kapasitas momen akibat lubang pada baja castellated adalah dengan menambah tulangan longitudinal, tulangan geser dan mortar atau disebut sebagai baja castellated komposit.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas geser penampang dengan analisis teoritis yaitu menggunakan program Response 2000 dan perhitungan kapasitas momen masing-masing penampang.

Manfaat Penelitian

Dengan menggunakan program Response 2000 diharapkan dapat memperkirakan kapasitas geser baja castella dengan menggunakan tulangan dan komposit mortar sehingga untuk pengujian secara eksperimen untuk kebutuhan beban dapat ditentukan.

Batasan Penelitian

Mengingat luasnya permasalahan yang mungkin terjadi pada penelitian baja castellated komposit ini, agar lebih terfokus maka berikut ini beberapa batasan masalah antara lain:

1. Bentuk bukaan lubang pada baja castellated ini adalah segiempat, tanpa ada bagian stem dibawah flange.
2. Benda uji baja castellated komposit dirancang agar terjadi kegagalan geser.
3. Program yang digunakan adalah Response 2000.

METODE PENELITIAN

Anallisis program Response-2000 ini dilakukan terhadap penampang benda uji baja castellated komposit (BK). Analisis ini penampang seluruhnya dianggap sebagai bagian baja castellated yang berlubang (hole) tanpa adanya bagian web. Langkah-langkah dalam melakukan analisis menggunakan program Response-2000 pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menentukan unit satuan dan faktor-faktor bahan dengan cara memilih menu “option / preferences”.
2. Menentukan informasi umum.
Hal ini dapat dilakukan dengan memilih menu “define / edit general”. Pada menu ini dapat diisikan informasi umum seperti nama penampang yang akan dianalisis sekaligus pengisian nama pengguna yang melakukan analisis, penentuan jarak retak yang dapat menggunakan perhitungan otomatis dari program maupun konstanta yang dapat ditentukan sendiri oleh pengguna, dan sumbu referensi dalam perhitungan momen.
3. Menentukan karakteristik bahan
Hal ini dapat dilakukan pada menu “define / material properties” sehingga akan muncul tampilan seperti pada Gambar 4.33. Tampilan awal menu maerial properties berisikan pilihan pendetailan dari karakteristik bahan yang digunakan pada penampang yang akan dianalisis, terdiri dari bahan mortar, baja tulangan longitudinal, tulangan geser dan baja IWF.
4. Menentukan detail karakteristik bahan.
Hal ini dapat dilakukan dengan memilih menu “define / material properties / concrete detail”. Jumlah maksimal karakteristik bahan beton yang berbeda yang dapat digunakan pada program Response-2000 adalah 5 tipe.
5. Menentukan detail karakteristik bahan baja.
Hal ini dapat dilakukan dengan memilih menu “define / material properties / rebar detail”.
6. Menentukan bentuk penampang yang akan dianalisis dengan mengisikan tinggi dan lebar penampang beserta pilihan tipe bahan mortar sesuai dengan masing-masing segmen pada menu “define / concrete section / user defined”

7. Menentukan tulangan longitudinal sesuai dengan penampang yang akan dianalisis terdiri dari jumlah tulangan, diameter tulangan, jarak dari serat terluar bagian bawah dan tipe tulangan yang digunakan.
8. Menentukan tulangan geser (sengkang) sesuai dengan penampang yang akan dianalisis terdiri dari jarak antar tulangan geser, diameter tulangan geser, jarak dari serat terluar bagian bawah dan atas, bentuk tulangan geser, serta tipe tulangan yang digunakan. Hal ini dapat dilakukan dengan memilih menu “define / transverse reinforcement”, Program Response-2000 secara otomatis akan menganggap jarak antar tulangan geser adalah sama pada seluruh penampang memanjang.
9. Menentukan tipe tumpuan dan setting pembebanan pada menu “loads / full member properties” (Gambar 4.39). Untuk setting pembebanan 2 titik dapat diisikan jarak titik pembebanan terhadap tumpuan kiri pada bagian “length subjected to shear” dan jarak titik pembebanan terhadap tengah bentang pada bagian “constant moment zone on right”.
10. Melakukan analisis terhadap elemen secara keseluruhan untuk mengetahui perilaku akibat pembebanan yang dikenakan seperti hubungan beban-lendutan. Hal ini dapat dilakukan dengan memilih menu “solve | member response”.
11. Melakukan analisis penampang untuk mengetahui kapasitas penampang dan tegangan-tegangan yang terjadi. Dari analisis penampang juga akan diperoleh hubungan momen-kelengkungan. Analisis penampang dapat dilakukan dengan memilih menu “solve / sectional response”..

HASIL DAN PEMBAHASAN

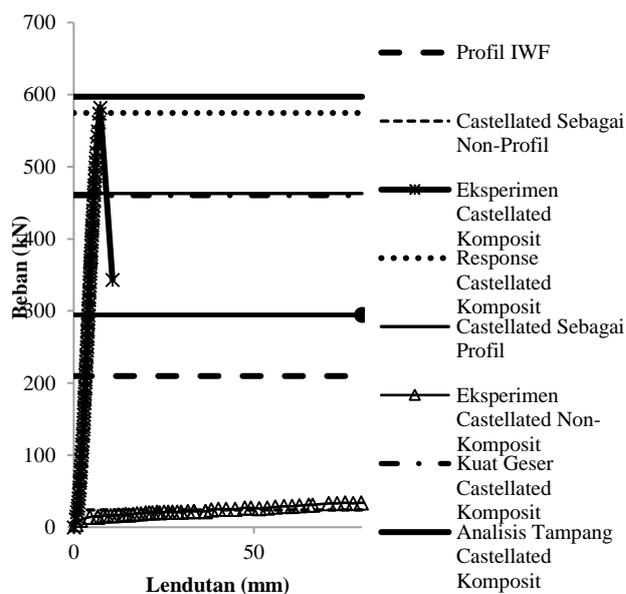
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan kemudian dilakukan perbandingan terhadap hasil analisis teoritis baik analisis menggunakan program *Response-2000* maupun analisis kapasitas momen masing-masing penampang. Untuk perhitungan teoritis baja *castellated* komposit yaitu menggunakan program *Response-2000* dan analisis tampang. Untuk nilai *material properties* yang diinput merupakan nilai dari hasil pengujian pendahuluan yang sebelumnya dilakukan, yaitu pengujian kuat tarik baja IWF, baja tulangan dan kuat tekan mortar. Tabel hasil perbandingan analisis teoritis dan eksperimen semua jenis profil dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Gambaran umum mengenai perbandingan perilaku benda uji dari hasil pengujian dan hasil analisis teoritis dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Perbandingan Beban Maksimum Baja Castellated Non-Komposit (BC) Antara Hasil Eksperimen Dengan Analisis Teoritis

| Analisis | Momen (kNm) | Beban (kN) |
|----------------------------------|-------------|------------|
| IWF (Yield) | 24.65 | 189.62 |
| IWF (Ultimit) | 27.26 | 209.69 |
| Castellated Profil (Yield) | 39.35 | 302.70 |
| Castellated Profil (Plastis) | 60.18 | 462.92 |
| Castellated Non-Profil (Yield) | 0.26 | 16.00 |
| Castellated Non-Profil (Plastis) | 0.39 | 24.00 |
| Eksperimen | 0.55 | 34.00 |

Tabel 2. Perbandingan Beban Maksimum Baja *Castellated* Komposit (BK) Antara Hasil Eksperimen Dengan Analisis Teoritis

| Analisis | Momen (kNm) | Beban (kN) |
|-------------------------|-------------|------------|
| Penampang Tulangan | 38.28 | 294.46 |
| Response-2000 (Yield) | 63.40 | 487.85 |
| Response-2000 (Ultimit) | 74.70 | 574.62 |
| Eksperimen (Thn.2012) | 75.66 | 582.00 |



Gambar 1. Perbandingan Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Teoritis

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dapat dilihat bahwa perhitungan pendekatan sendi plastis untuk baja *castellated* non-komposit sebagai non-profil lebih mendekati dengan hasil eksperimen, sedangkan untuk pendekatan baja *castellated* sebagai profil sangat terlampau jauh dengan hasil eksperimen. Hal ini dapat diartikan bahwa perhitungan teoritis untuk baja *castellated* non-komposit sebagai non-profil lebih tepat untuk digunakan dalam perhitungan perbandingan kapasitas momen dan beban dari pada baja *castellated* sebagai profil. Ratio tingkat kecocokan hasil perhitungan teoritis dan eksperimen untuk baja *castellated* non-komposit (BC) adalah 0.71 Untuk analisis teoritis baja *castellated* komposit dengan menggunakan program Response-2000 maupun dengan analisis tampang apabila dibandingkan dengan hasil eksperimen adalah sangat mendekati. Ratio tingkat kecocokan hasil perhitungan analisis teoritis dengan menggunakan program Response-2000 apabila dibandingkan dengan hasil eksperimen adalah 0.99. Untuk ratio tingkat kecocokan hasil perhitungan analisis tampang apabila dibandingkan dengan hasil eksperimen adalah 0.97.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis teoritis baik analisis menggunakan program Response-2000 maupun analisis berdasarkan kapasitas momen dan kapasitas beban, maka dapat diambil beberapa kesimpulan untuk penelitian ini adalah penambahan tulangan (longitudinal dan geser) dan komposit mortar pada baja *castellated* bukaan lubang segiempat mampu meningkatkan kapasitas geser dan mengatasi kelemahan pada baja *castellated* khususnya untuk permasalahan tekuk (buckling). Perhitungan kapasitas beban masing-masing benda uji berdasarkan hasil perhitungan teoritis kapasitas momen menunjukkan tingkat kecocokan yang tinggi terhadap hasil pengujian di Laboratorium, khususnya untuk benda uji baja *castellated* komposit (BK). Ratio tingkat kecocokan untuk analisis teoritis dan eksperimen BC adalah 0.71. Ratio tingkat kecocokan untuk analisis teoritis dan eksperimen BK adalah 0.99 terhadap analisis Response-2000 dan 0.97 terhadap analisis tampang.

Beberapa saran yang dapat disampaikan sehubungan dengan pengujian yang dilakukan adalah bentuk bukaan lubang baja *castellated* bisa lebih di variasikan, misalnya circular atau elips. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan posisi tulangan geser tersebar merata dengan jarak yang simetris pada setiap bagian lubang baja *castellated*.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyatno H. 2000. Pengaruh Ratio Tinggi Dan Tebal badan Balok Castella Pada Kapasitas Lentur., Tesis Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada., Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002. SNI 03-2847-2002 dan S-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Itspress., Surabaya.
- Beng Dan Natawidjaya. 1998. Perbandingan Kekuatan Profil IWF Biasa Dengan Profil WF Kastela Pada Struktur Rangka Gable.

- Bradley, P. 2003., Stability of castellated Beams During Erection., Blacksburg, Virginia
- Salmon, CG., Struktur Baja Desain Dan Perilaku., Jilid 1 dan 2, Gramedia., Jakarta.
- Satyarno. 1995. Hand Out Mekanika Plastik., Yogyakarta
- Setiawan.A, 2008. Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (berdasarkan SNI 03-1729-2002), Erlangga., Jakarta.
- Sunggono. 1995. Buku Teknik Sipil, Nova., Bandung
- Susilawati. 2009. Perkuatan Geser Balok Tampang Persegi Dengan Penambahan Tulangan Senggang Dan Komposit Mortar., Tesis Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada., Yogyakarta.
- Tjokrodinudjo, K., 2007. Teknologi Beton., Biro Penerbit Teknik Sipil UGM., Yogyakarta.