

ANALISIS PERILAKU GESER BALOK KASTELLA MODIFIKASI KOMPOSIT

Andina Prima Putri¹⁾, Iman Satyarno²⁾ dan Suprpto Siswosukarto³⁾

¹⁾ Dosen Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Sunter Podomoro Jakarta Utara

^{2,3)} Dosen Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta

Email : ¹⁾andinap.putri@gmail.com

ABSTRACT

Kastella beam profile is the development of the IWF (I Wide Flange). In the manufacturing process IWF profile split into two parts, so that it dimaksutkan Kastella beam height can be adjusted to the height that has been designed. Kastella beam has an advantage in increasing the capacity of the moment, as well as to overcome the problems posed in the form of Kastella beam web buckling and shear capacity reduction. The purpose of this study was to determine the behavior shear beam Kastella and to determine the ultimate load that can be accepted by the test object.

This research was conducted with the specimens, the beam Kastella with diagonal steel reinforcement D22 connector and composite mortar with 275x75x7x5 mm dimensions. IWF's profile span length of 780 mm this test. This test joint support and roller wear. The load applied to the beam are two points that work load in the direction perpendicular to the beam field, where the position of the point of loading is 1/3 and 2/3 of the total length of the test specimen.

These results indicate that the composite mortar Kastella ultimate load capacity of 715 kN. From the analysis it can be concluded that the pattern collapse on beam Kastella composite mortar modification is the formation shear pattern collapse, it can be seen from the pattern of cracks that occur during testing.

Keywords: Beams Kastella, Composites Mortar, Behavior Slide

ABSTRAK

Balok Kastella merupakan pengembangan dari profil IWF (I Wide Flange). Dalam proses pembuatannya profil IWF dibelah menjadi dua bagian, hal ini dimaksutkan agar tinggi balok kastella dapat disesuaikan dengan tingginya yang sudah didesain. Balok kastella memiliki keunggulan dalam peningkatan kapasitas momen, sekaligus dapat mengatasi permasalahan yang ditimbulkan pada balok kastella yaitu berupa web buckling dan penurunan kapasitas geser. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui perilaku geser balok kastella serta untuk mengetahui beban ultimit yang dapat diterima oleh benda uji.

Penelitian ini dilakukan dengan satu buah benda uji, yaitu balok kastella dengan penyambung diagonal tulangan baja D22 dan komposit mortar dengan dimensi 275x75x7x5 mm. Panjang bentang profil IWF untuk pengujian ini sebesar 780 mm. Pengujian ini memakai tumpuan sendi dan rol. Beban yang diaplikasikan pada balok adalah beban dua titik yang bekerja pada arah tegak lurus bidang balok, dimana posisi titik pembebanan adalah 1/3 dan 2/3 dari panjang total benda uji.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kastella komposit mortar memiliki kapasitas beban ultimit sebesar 715 kN. Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa pola keruntuhan pada balok kastella modifikasi komposit mortar adalah pola keruntuhan formasi geser, hal ini dapat dilihat dari pola retak yang terjadi saat pengujian.

Kata Kunci : Balok Kastella, Komposit Mortar, Perilaku Geser

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan profil IWF (*I Wide Flange*) sebagai komponen struktur pendukung beban mulai umum digunakan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk menghemat biaya konstruksi dan memperoleh desain konstruksi yang ekonomis adalah dengan meminimalisasi bahan pada balok profil IWF yang dilakukan dengan menambah tinggi balok melalui pembuatan balok yang dibelah menjadi dua bagian pada badan, yang dikenal dengan balok kastella. Bukan pada balok kastella ini dapat berupa bukaan lingkaran, elips, heksagonal, segi empat dan penyambung diagonal.

Balok kastella dengan bentuk bukaan heksagonal, lingkaran, persegi dan penyambung diagonal mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya yaitu penambahan tinggi yang terbatas, proses pemotongan perlu dilakukan dengan lebih teliti, terjadi masalah tekuk, mekanisme kegagalan yang terjadi didominasi oleh mekanisme *vierendeel* karena berkurangnya kekakuan pada *flens* dan terjadi buckling pada penyambung diagonal.

Penelitian ini menggunakan kastella balok modifikasi dengan penyambung tulangan baja agar dapat meminimalisir kelemahan yang terjadi pada kastella balok dengan bentuk bukaan heksagonal, lingkaran, persegi, penyambung diagonal. Pemotongan profil dilakukan secara lurus tepat ditengah badan profil sepanjang bentang. Dapat memiliki tinggi yang tidak terbatas, tetapi tentunya juga harus mempertimbangkan kekurangan-kekurangan yang ada pada balok baja kastella modifikasi tersebut. Terjadinya

mekanisme *vierendeel* dapat diminimalisasi karena tinggi *stem* balok mencapai 0,5 h. Mengurangi terjadinya tekuk pada penguaku diagonal.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku geser balok kastella komposit mortar serta untuk mengetahui beban ultimit yang terjadi pada balok kastella.

Baja Kastella

Balok baja *castellated* merupakan balok yang ditingkatkan dari profil IWF dengan tujuan memperbesar momen inersia untuk memperoleh kapasitas lentur yang lebih besar dari profil IWF standar. Pada umumnya balok *castellated* dibuat dari profil IWF dengan cara membelah profil secara zig-zag sepanjang sumbu balok, sehingga didapat dua potongan profil yang selanjutnya kedua potongan profil ini disusun kembali/disatukan dengan cara dilas, dengan demikian diperoleh profil baru yang lebih tinggi dari profil standar (Blodgett, 1982) [1].

METODA PENELITIAN

Benda Uji Pendahuluan

Benda uji pendahuluan meliputi benda uji kuat tekan mortar, benda uji kuat tarik baja IWF, benda uji kuat tarik siku dan benda uji kuat tarik tulangan serta pengujian *material properties* dari agregat halus (pasir) yang akan digunakan sebagai bahan pembuat mortar. Adapun spesifikasi benda uji pendahuluan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Benda Uji Pendahuluan

Jenis Pengujian	Jumlah	Keterangan
Kuat Tekan Mortar	3 buah	Silinder (d=150 mm, h=300 mm)
Kuat Tarik Baja IWF	3 buah	Panjang 50 mm
Kuat Tarik Baja Siku	2 buah	Panjang 50 mm
Kuat Tarik Tulangan D 22	3 buah	Panjang 50 mm
Material Properties Agregat Halus	-	Daerah Merapi, Yogyakarta

Benda Uji Utama

Benda uji utama terdiri dari satu buah benda uji yaitu balok baja kastella komposit mortar. Balok komposit yang digunakan merupakan balok IWF kastella 275x75x5x7 yang diperkuat dengan komposit mortar campuran 1 : 1,5 dengan fas 0,4 dan bahan tambah *viscocrete-10* 1,5 % dari berat semen.

Tabel 2. Spesifikasi Benda Uji Kastella Komposit Mortar

L (mm)	H (mm)	b _w (mm)	t _r (mm)	Tw (mm)	Tumpuan ke titik pembebanan (mm)
910	275	75	7	5	260

Gambar 1. Balok Baja Castellated Komposit Mortar

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan persiapan dan pembuatan benda uji balok kastella modifikasi meliputi persiapan alat dan bahan, pengujian pendahuluan berupa uji tarik baja profil IWF dan profil L, pembuatan balok kastella modifikasi, pemasangan *strain gauges* pada balok kastella modifikasi. Saat benda uji balok kastella modifikasi selesai dibuat, dilakukan *setting up*

pengujian. Pengukuran *displacement* dengan memasang LVDT secara vertikal. 2 buah LVDT dipasang secara vertikal dibawah beban dan di tengah bentang,. Nilai regangan pada balok kastella diperoleh dengan pemasangan *strain gauges* pada *flens* dan pada silang siku profil penyambung balok kastella modifikasi. Pemasangan *strain gauges* dan LVDT dipasang pada balok kastella modifikasi sebelum pengujian dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Pendahuluan

Hasil pengujian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tarik baja yang akan digunakan.. Dari hasil pengujian didapatkan kut tekan mortar sebesar 31,06 MPa, kuat tarik ultimit baja IWF sebesar 505,23 MPa, kuat tarik ultimit baja tulangan D22 sebesar 638,07 MPa, dan hasil kuat tarik ultimit baja profil siku adalah sebesar 570,91 Mpa. Hasil pengujian kuat tarik baja disajikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan mortar

Benda Uji	Beban (N)	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Rata-Rata (MPa)
Silinder A	620000	17671,46	3,10	
Silinder B	560000	17671,46	31,70	31,06
Silinder C	460000	17436,62	26,39	

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik baja IWF

Benda Uji	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Ultimit (MPa)
IWF 1	330,44	484,65
IWF 2	379,07	515,04
IWF 3	350,87	515,99
Rata-Rata	353,46	505,23

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan D22

Benda Uji	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Ultimit (MPa)
Tul. Baja 1	369,85	625,61
Tul. Baja 2	375,76	643,31
Tul. Baja 3	385,59	645,25
Rata-Rata	377,07	638,07

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tarik baja siku

Benda Uji	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Ultimit (MPa)
Siku 1	327,54	568,24
Siku 2	353,44	573,57
Rata-Rata	340,49	570,91

Hasil Pengujian Eksperimen Di Laboratorium

Hasil dari pengujian di laboratorium retak pertama terjadi pada saat pembebanan 90 kN dengan lebar retak 0,01 mm, kondisi leleh terjadi pada pembebanan 617 kN, hal ini ditandai dengan nilai tegangan pada profil IWF bagian tarik sebesar 357,40 yang telah melampaui nilai tegangan leleh hasil pengujian kuat tarik baja siku sebesar 353.46 yang telah dilakukan sebelumnya. Proses pembebanan pada balok *castellated* komposit terus dilakukan sampai mencapai beban maksimum, kondisi ultimit terjadi pada pembebanan mencapai 715 kN. Dari hasil pengujian didapatkan lendutan maksimum pada LVDT 1 sebesar 3,32 mm dan lendutan maksimum pada LVDT 2 sebesar 3,15 mm.

Pola Keruntuhan Balok Kastella Komposit Mortar

Pola keruntuhan balok *castellated* komposit pertama kali ditandai dengan terjadinya retak pertama (*first crack*) dengan lebar retak 0,01 mm pada beban 90 kN dimana terjadi pada bagian sepertiga bentang. Retak-retak semakin

berkembang dan menyebar mendekati kearah tumpuan seiring dengan peningkatan beban. Pola retak geser mulai terlihat ketika beban telah mencapai 110,4 kN, pola retak geser ini terjadi pada tumpuan mengarah ke posisi beban. Pembebanan pada balok terus dilanjutkan hingga mencapai kondisi leleh pada beban 617 kN. Terjadi perpanjangan dan penambahan retak di beberapa lokasi. Beban maksimum tercapai sebesar 715 kN dengan lendutan maksimum sebesar 3,32 mm.

Mekanisme keruntuhan terakhir ditandai dengan kerusakan bahan mortar pada serat tekan terluar. Keruntuhan yang paling terlihat terjadi pada daerah rol dan juga pada sekitar lubang yang ada pada mortar. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa tipe keruntuhan yang terjadi untuk benda uji balok *castellated* tulangan komposit adalah keruntuhan atau kegagalan geser.



Gambar 2. Pola Keruntuhan Balok Kastella Komposit Mortar

KESIMPULAN

Dari hasil analisa pemodelan diatas dapat disimpulkan bahwa pola keruntuhan pada balok kastella modifikasi komposit mortar adalah pola keruntuhan formasi geser, hal ini dapat dilihat dari pola retak yang terjadi saat pengujian. Kerusakan retak rambut terjadi pada saat beban masih relatif rendah. Seiring dengan peningkatan beban yang terjadi, mulai muncul retak geser, hal ini terlihat ketika retak pada benda uji semakin melebar dan berkembang menuju ke daerah tekan dan terjadi retak dari tumpuan ke titik pembebanan secara diagonal. Kerusakan mortar serat tekan terluar mulai terjadi saat beban mendekati beban maksimum,

sedangkan *spalling* terjadi pada saat tercapai beban maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blodgett, O., 1982, *Design of Welded Structures, in Wide-Flange Beams*, The James F Lincoln Arc Welding Foundation, Ohio
- [2] Boyer, J.P., 1964, *Castellated Beams-New Developments*, AISC National Engineering Conference, Omaha, Nebraska
- [3] Heidi, P., 2014, *Perilaku Geser Balok Castellated Modifikasi Dengan Penyambung Profil Siku dan Komposit*, UGM, Yogyakarta
- [4] Heldita, D., 2012, *Perilaku Geser Balok Baja Castellated Bentuk Bukaian Lubang Segiempat dengan Tulangan dan Komposit Beton Agregat Praletak*, UGM, Yogyakarta
- [5] Park and Paulay, 1974, *Reinforced Concrete Structures*, University Of Canterbury, New Zealand
- [6] Salmon, CG., *Struktur Baja Desain Dan Perilaku.*, Jilid 1 dan 2, Gramedia, Jakarta.
- [7] Setiawan, A., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*, Erlangga, Jakarta.
- [8] Timoshenko, 1985, *Mechanics of Materials*, Wadsworth, Inc., Ledds.
- [9] Tjokrodimudjo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil UGM, Yogyakarta

