

ANALISA PENGARUH SUDUT PADA BAJA KASTELLA DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Aa Santosa^{1✉}, Farradina Choria Suci^{2✉}, Rizal Hanifi^{3✉},
Ryan Chandra Ali AR^{4✉}

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang,
Jl. H.S. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang 41361.

✉e-mail : aa.santosa@ft.unsika.ac.id¹, farradina.cs@staff.unsika.ac.id², rizal.hanifi@ft.unsika.ac.id³,
baztain88@gmail.com⁴

Abstract

This study examines Kastella beams with cantilever structures using a non-prismatic profile to optimize the steel cross section in resisting external loads. In this study IWF 2500×250×20 steel profile was used. Analysis using finite element with 360 computer fusion program which is a product of Autodesk, as a calculation program to determine the value of the voltage and displacement that occurs in the beam. The process of making castella steel is by perforating the steel profile I into a hexagon with an angle that varies from 45° to 70°, or by cutting the steel profile and then reassembling it by welding it. The research was carried out using 45° and 60° tilt angles, it aims to determine the maximum tilt angle in terms of strength that can withstand loads, both stress and displacement. The simulation process is carried out using a 2000 N load, using A36 material. Based on the research results obtained parameters in the form of stress and displacement. The stresses on castella steel with a slope angle of 45° and 60° are 0.70 Mpa and 0.71 Mpa, respectively. The displacement of the castella steel with a tilt angle of 45° and 60° is 0.002 mm and 0.019 mm, respectively. The results showed that the castella beam with smaller hole angular dimension variations resulted in lower stress values in the structure and the remaining cutting in the optimal test specimen, but produced a large displacement value.

Keywords: Steel Castellated, Angel Castellated, Finite Element

Abstrak

Penelitian ini mengkaji tentang balok Kastella dengan struktur kantilever menggunakan profil non prismatis untuk mengoptimalkan penampang baja dalam menahan beban dari luar. Pada penelitian digunakan profil baja IWF 2500×250×20. Analisis menggunakan elemen hingga dengan program komputer fusion 360 yang merupakan produk dari Autodesk, sebagai program perhitungan untuk mengetahui nilai tegangan dan perpindahan yang terjadi pada balok. Proses pembuatan baja Kastella dengan cara melubangi baja profil I kedalam bentuk segi enam dengan sudut yang bervariasi antara kemiringan 45° sampai 70°, atau dengan cara memotong baja profil I tersebut kemudian disambung kembali dengan proses las. Penelitian yang dilakukan menggunakan sudut kemiringan 45° dan 60°, hal ini bertujuan untuk melihat sudut kemiringan maksimum ditinjau dari kekuatan yang mampu menahan beban, baik tegangan maupun displacement. Proses simulasi yang dilakukan menggunakan beban sebesar 2000 N, dengan menggunakan material A36. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh parameter berupa tegangan dan displacement. Tegangan pada baja castella dengan sudut kemiringan 45° dan 60° masing-masing adalah 0,70 Mpa dan 0,71 Mpa. Perpindahan baja castella dengan sudut kemiringan 45° dan 60° masing-masing adalah 0,002 mm dan 0,019 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa balok Kastella dengan variasi dimensi sudut lubang yang lebih kecil menghasilkan nilai tegangan yang lebih rendah pada struktur dan sisa pemotongan pada benda uji optimal, namun menghasilkan nilai perpindahan yang besar.

Kata kunci: Baja Kastella, Sudut Kastella, Finite Element

Pendahuluan

Baja *kastella* merupakan profil baja dengan panjang kurang lebih 8 meter,

profil baja ini berberntuk I. Proses pembuatan baja *Kastella* dengan cara melubangi baja profil I kedalam bentuk segi enam dengan sudut yang bervariasi

antara kemiringan 45° sampai 70°, atau dengan cara memotong baja profil I tersebut kemudian disambung kembali dengan proses las. Tujuan melubangi baja profil I tersebut untuk mengurangi berat tanpa mengurangi atau merunkan kekuatan baja tersebut.[1]

Sudut kemiringan yang disarankan antara 45° sampai 70° sedangkan yang sering digunakan dilapangan kemiringan berkisar antara 45° sampai 60°. Penentuan sudut tersebut dengan memperhitungkan tegangan yang terjadi pada baja *kastella* tersebut jangan sampai melebihi tegangan yang diizinkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan sudut *Kastella* 45° dan 60° terhadap pembebanan dengan simulasi menggunakan *software fusion 360*.

Balok Kastella

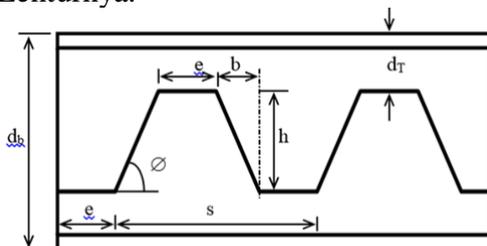
Bentuk belahan balok *Kastella* segi enam seperti yang tergambar pada gambar 1 dan gambar 2 akan menghasilkan persamaan :

$$\tan \varnothing = \frac{h}{t} \text{ atau } b = \frac{h}{\tan \alpha} \quad [2]$$

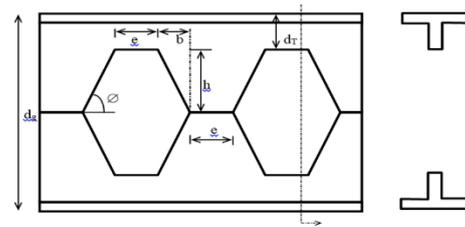
$$d_g = d_b + h \text{ atau } d_T = \frac{d_b - h}{2} \quad [3]$$

$$s = 2(b + e) \quad [4]$$

Dari persamaan atau dari gambar 1 dan gambar 2 terlihat adanya penambahan tinggi profil dari d_b menjadi d_g , sehingga secara teoritis akan menaikkan pula momen inersia dan otomatis akan menaikkan pula terhadap Kapasitas Lenturnya.



Gambar 1. Profil Balok I Dibelah Sepanjang Badan



Gambar 2. Balok Kastella segi Enam

Dalam praktek di lapangan kemiringan lubang segi enam berkisar antar 45° sampai 70°, tetapi paling banyak digunakan sudut 60° karena pada sudut tersebut tegangan geser yang terjadi tidak melebihi tegangan yang diijinkannya.

Metode Penelitian

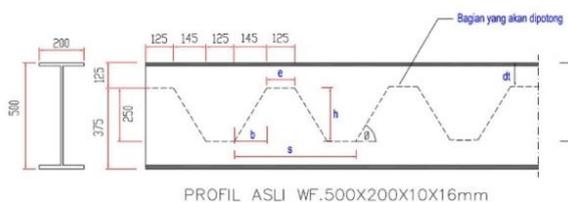
Balok *Kastella* merupakan balok yang dibentuk dari balok WF yang dibentuk sedemikian rupa sehingga menghasilkan bentuk baru sesuai dengan kekuatan yang diharapkan [2]. Diagram alir yang dibuat untuk merancang baja *Kastella* adalah.



Gambar 3. Diagram Alir

Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini dilakukan suatu analisis pada balok *Kastella* dengan sudut kemiringan 45° dan 60° karena sudut ini paling banyak dipasaran untuk diperjual belikan.



Gambar 4. Dimensi Baja Kastella

Analisis Perhitungan :

1. Sudut kemiringan 60°

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{h}{b} \\ \tan 60^\circ &= \frac{250}{b} \\ b &= 145 \text{ mm} \\ d_g &= d_b + h \\ &= 500 + 250 \\ &= 750 \text{ mm} \\ d_T &= \frac{d_b - h}{2} \\ &= \frac{500 - 250}{2} \\ &= 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= 2(b + e) \\ &= 2(145 + 125) \\ &= 540 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat tinggi penampang balok *Kastella* adalah tinggi pemotongan profil harus lebih kecil dari $2y$ untuk menaikan momen lenturnya.

2. Sudut Kemiringan 45°

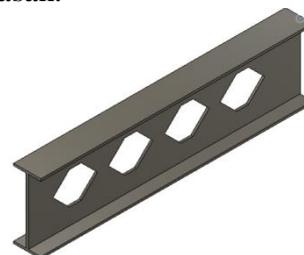
$$\begin{aligned} \tan \theta &= \frac{h}{b} \\ \tan 45^\circ &= \frac{250}{b} \\ b &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_g &= d_b + h \\ &= 500 + 250 \\ &= 750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_T &= \frac{d_b - h}{2} \\ &= \frac{500 - 250}{2} \\ &= 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= 2(b + e) \\ &= 2(250 + 125) \\ &= 750 \text{ mm} > 250 \text{ mm} \\ &\text{(memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

Baja *Kastella* merupakan modifikasi dari baja profil dengan penampang I yang dipotong menjadi dua kemudian bagian tengahnya dipotong sesuai dengan gambar dan ukuran yang sudah ditentukan, setelah dilakukan proses pelubangan maka belahan baja tersebut disambungkan kembali dengan proses pengelasan.

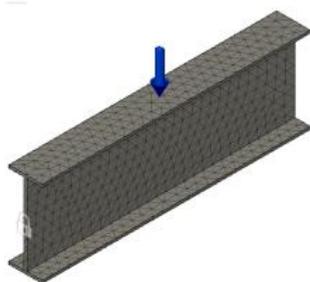


Gambar 5. Baja Kastella

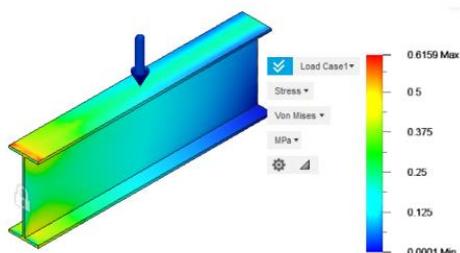
Simulasi dengan *Software Fusion 360*

Simulasi pada Baja I

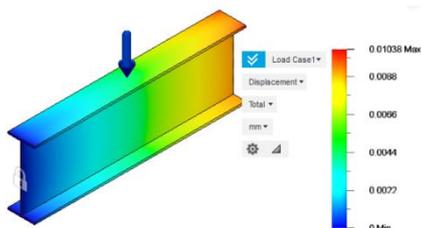
Simulasi dilakukan pada baja I untuk melihat tegangan yang terjadi. Beban dianggap merata di setiap penampang bagian atas dengan gaya 2000 N tumpuan yang digunakan *kantilever* [2]



Gambar 6. Proses Mesh dengan Software Fusion 360°



Gambar 7. Tegangan yang Terjadi pada Baja I
 Hasil simulasi tegangan pada baja I bisa dilihat perbedaan warna yang timbul. Tegangan berkisar diantara 0,1 Mpa sampai 0,6 Mpa [1], [5].

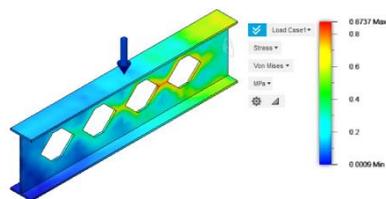


Gambar 8. Simulasi Displacement

Perubahan atau *displacement* pada baja I akibat gaya yang terjadi, besarnya *displacement* antar 0,001 sampai 0,008 mm, yang diperlihatkan dengan perubahan warna pada baja [1], [5].

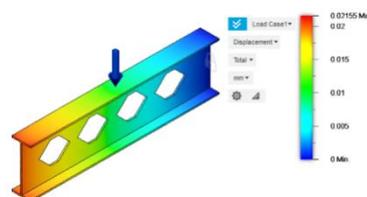
Simulasi untuk Baja *Kastella* 45°

Tidak ada perubahan untuk data input seperti jenis material, *mesh*, dan gaya yang bekerja pada penampang baja.



Gambar 9. Simulasi Tegangan

Terjadi kenaikan tegangan maksimal pada baja *Kastella* sudut 45° dibandingkan dengan baja I, hal ini disebabkan karena adanya konsentrasi tegangan pada bagian yang berlubang. Tegangan maks 0,7 Mpa [5].

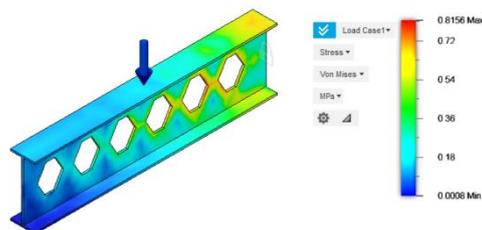


Gambar 10. Simulasi Displacement

Displacement yang terjadi maksimal sebesar 0,02 mm [1], [5].

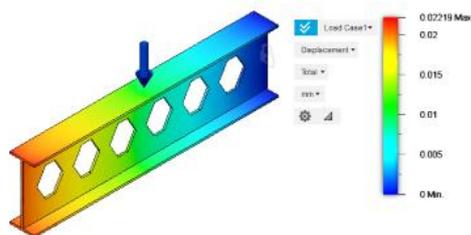
Simulasi untuk Baja *Kastella* 60°

Tidak ada perubahan untuk data input seperti jenis material, *mesh*, dan gaya yang bekerja pada penampang baja



Gambar 11. Simulasi Tegangan

Terjadi kenaikan tegangan maksimal pada baja *Kastella* dengan sudut 60° dibandingkan dengan baja *Kastella* 45°. Besarnya tegangan maks 0,71 Mpa [1], [5].



Gambar 12. Simulasi *Displacement*

Displacement yang terjadi maksimal sebesar 0,021 mm [1], [5].

Dari hasil penelitian tegangan dan *displacement* pada Baja I dan baja Kastella 45° dan 60° sebagai berikut

Tabel 1. Data Hasil Simulasi Baja I dan Baja Kastella

	Baja I	Baja Kastella 45°	Baja Kastella 60°
Tegangan, Mpa	0,60	0,70	0,71
<i>Displacement</i> , mm	0,001	0,002	0,019

Kesimpulan

Baja *Kastella* banyak digunakan untuk rangka-rangka bangunan, baja dibuat berlubang dengan tujuan untuk mengurangi berat beban dari baja itu sendiri tetapi tidak mengurangi kekuatan dan sifat mekanik yang lainnya walaupun terjadi penurunan dari baja I.

Hasil dari penelitian tersebut menggunakan beban sebesar 2000 N dengan panjang bentangan baja 2500 mm sesuai dengan standar, material yang digunakan adalah A36. Semakin besar sudut yang membentuk rongga pada baja maka tegangan maupun *displacement* akan semakin naik, tetapi masih berada dibawah tegangan luluh material A36 sebesar 248 Mpa.

Daftar Pustaka

- [1] <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/students-teachers-educators>
- [2] Daud Pinem, Analisis Struktur dengan Metode Elemen Hingga, 2010, Rekayasa Sains Bandung.
- [3] Kannapan, Sam. 1986. Introduction to Pipe Stress Analysis. Jhon Wiley And Sons, Inc., U.S.A
- [4] Kalpakjan, 1995. Manufaktur Engineering ang Teknologi, edisi ke-3. Addison-wesley Publishing Company. United States of America
- [5] Windu Partono, Optimasi Distribusi Lubang pada Baja Kastella, 2018, Jurnal Teknik Undip, Semarang.

