

TUGAS AKHIR
ANALISIS TEGANGAN DAN *DISPLACEMENT* BALOK BAJA
***CASTELLATED* BUKAAN LINGKARAN TUMPUAN**
KANTILEVER NON-PRISMATIS MENGGUNAKAN METODE
ELEMEN HINGGA

(Variasi: Diameter lubang 60 mm; 70 mm; 80 mm, jarak antar lubang 40 mm; 45 mm; 50 mm dengan profil IWF 150x75x5x7 mm dan 200x100x5,5x8 mm)



Disusun Oleh:

EVA HANIFATU ZAHRA

2013 011 0377

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2017

HALAMAN MOTTO

Do your best at any moment that you have.

Jangan takut untuk melangkah, karena jarak 1000 mil dimulai dengan langkah pertama.

Perlu banyak belajar untuk menjadi pintar, perlu berkali-kali gagal untuk menjadi professional.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

- Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan berupa (jasmani dan rohani), rezeki, kemudahan serta petunjuk hingga hamba dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Kedua orang tua yang telah membesarkan, mendidiku dengan penuh kasih sayang dan selalu mengiringi dengan do'a disetiap langkah dan hidupku.
- Terimakasih teman-teman partner tugas akhir dan semuanya yang tak bisa disebutkan satu persatu.
- Terimakasih untuk Pak Bagus Soebandono dan Pak Taufiq Ilham yang sudah membantu dan membimbing dalam pembuatan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Tegangan Dan *Displacement* Balok Baja *Castellated* Bukan Lingkaran Tumpuan Kantilever Penampang Non-Prismatis Menggunakan Metode Elemen Hingga” dapat selesai dengan baik. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberi bantuan selama pengerjaan laporan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih ditujukan kepada:

1. Bapak Bagus Soebandono, S.T.,M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberi masukan serta koreksi dalam pengerjaan laporan ini.
2. Bapak Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan serta koreksi dalam pengerjaan laporan ini dan memberi pengarahan tentang pengcodingan.
3. Bapak/Ibu Dosen Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas segala ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa.
4. Seluruh staff Tata Usaha, Karyawan dan Laboran Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Keluarga yang saya cintai, yang telah banyak memberikan berbagai bantuan baik berupa materiil dan spiritual.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil angkatan 2013 yang telah memberi banyak saran dan masukan.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan hingga tugas akhir ini terselesaikan.

Penulis menyadari betul bahwa masih sangat banyak kekurangan pada laporan ini. Untuk itu, mohon kritik dan saran yang bersifat membangun agar bisa lebih baik lagi.

Yogyakarta, Mei 2017

Penulis,

Eva Hanifatu zahra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Hasil Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Hasil Penelitian Sebelumnya	5
B. Balok Kastela dengan Bukaannya	6
C. Momen Inersia	8
D. Balok Baja Kastela (<i>Castellated Beam</i>)	8
E. Desain Balok Kastela	8

BAB III LANDASAN TEORI	10
A. Baja	10
1. Pengertian Baja	10
2. Keunggulan Baja Sebagai Material Konstruksi	11
3. Kelemahan Baja Sebagai Material Konstruksi	12
4. Sifat-sifat Mekanik Baja	12
5. Tegangan Multiaksial	13
6. <i>Displacement</i> (Lendutan)	14
7. Jenis-jenis Baja struktur yang Umum Digunakan	14
8. Hubungan Tegangan dan Regangan pada Konstruksi baja	14
9. Bentuk Baja Profil	16
B. <i>Castellated Beam</i>	17
1. Pengertian <i>Castellated Beam</i>	17
2. Analisa dan Perencanaan <i>Castellated Beam</i>	19
C. <i>Cellular Beam</i>	20
1. Pengertian <i>Cellular Beam</i>	20
2. Jenis-jenis <i>Cellular Beam</i>	21
3. Keuntungan dari Penggunaan <i>Cellular Beam</i>	21
4. Kerugian dari Penggunaan <i>Cellular Beam</i>	22
5. Penerapann <i>Cellular Beam</i> dilapangan	23
D. Jenis-jenis Balok Berdasarkan Penampang dan Tumpuan	24
E. Metode Elemen Hingga (FEM)	26
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	35
A. Jenis Penelitian	35
B. Metode Pengumpulan Data	35
C. Variabel Penelitian	35
D. Pelaksanaan Penelitian	36
E. Bagan Alir Penelitian	36
F. Tahap Penelitian	38
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	51
A. Pemodelan Balok Baja IWF pada Program LISA FEA	51

B. Perbandingan Hasil Model Numerik	51
1. Konvergensi Profil 150x75x5x7 mm	51
2. Konvergensi Profil 200x100x5,5x8 mm	56
3. Analisis Profil 150x75x5x7 mm	60
4. Analisis Profil 200x100x5,5x8 mm	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	72
A. Kesimpulan	72
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat-sifat Mekanis Baja Struktural	13
Tabel 5.1 Hasil konvergensi bentang 2 m	51
Tabel 5.2 Hasil konvergensi bentang 2,5 m	52
Tabel 5.3 Hasil konvergensi bentang 3 m	53
Tabel 5.4 Hasil konvergensi bentang 3,5 m	54
Tabel 5.5 Hasil konvergensi bentang 2 m	56
Tabel 5.6 Hasil konvergensi bentang 2,5 m	57
Tabel 5.7 Hasil konvergensi bentang 3 m	57
Tabel 5.8 Hasil konvergensi bentang 3,5 m	58
Tabel 5.9 Hasil <i>running</i> bentang 2 m	61
Tabel 5.10 Hasil <i>running</i> bentang 2,5 m	62
Tabel 5.11 Hasil <i>running</i> bentang 3 m	63
Tabel 5.12 Hasil <i>running</i> bentang 3,5 m	65
Tabel 5.13 Hasil <i>running</i> bentang 2 m	66
Tabel 5.14 Hasil <i>running</i> bentang 2,5 m	67
Tabel 5.15 Hasil <i>running</i> bentang 3 m	69
Tabel 5.16 Hasil <i>running</i> bentang 3,5 m	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baja profil IWF	8
Gambar 3.1 Hubungan Tegangan (f) dan Regangan (ϵ)	14
Gambar 3.2 Bagian kurva tegangan-regangan yang diperbesar	15
Gambar 3.3 Standar <i>rolled shape</i>	17
Gambar 3.4 <i>Cold formed shape</i>	17
Gambar 3.5 Proses pembentukan <i>castellated beam</i>	18
Gambar 3.6 Parameter pada <i>castellated beam</i>	19
Gambar 3.7 Proses pembentukan <i>cellular beam</i>	20
Gambar 3.8 Bentuk <i>cellular beam</i>	21
Gambar 3.9 <i>Castella beam</i> bukaan lingkaran pada area parkir	23
Gambar 3.10 <i>Castella beam</i> bukaan lingkaran sebagai instalasi	23
Gambar 3.11 Balok baja kastela berbentuk lengkung	23
Gambar 3.12 Balok baja kastela kasntilever	24
Gambar 3.13 Balok tumpuan rol	25
Gambar 3.14 Balok kantilever	25
Gambar 3.15 Balok dengan <i>overhang</i>	26
Gambar 3.16 Elemen 3 dimensional solid	34
Gambar 4.1 Bagan alir metodologi penelitian	37
Gambar 4.2 Menentukan tinggi dan panjang bentang	38
Gambar 4.3 Badan profil benda uji dengan pola pembelahan lingkaran	39
Gambar 4.4 Badan profil yang sudah dibelah dan disambung kembali	39
Gambar 4.5 Hasil pemodelan benda uji	39

Gambar 4.6 Pemodelan awal <i>create sketch</i>	40
Gambar 4.7 <i>Sketch orientation</i> pada sumbu XY	40
Gambar 4.8 Pemodelan tinggi awal sisi kiri profil I non prismatis	41
Gambar 4.9 Pemodelan tinggi pada sisi kanan profil I non prismatis	41
Gambar 4.10 Bentuk solid 3 dimensi pada benda uji	42
Gambar 4.11 <i>Sketch orientation</i> pada sumbu YZ untuk membuat pola lingkaran ...	42
Gambar 4.12 Pemodelan lubang lingkaran	43
Gambar 4.13 Memasukkan data-data yang diperlukan	43
Gambar 4.14 Bentuk solid dari lubang lingkaran	44
Gambar 4.15 Hasil pemotongan lubang benda uji	44
Gambar 4.16 Pemodelan lubang lingkaran	45
Gambar 4.17 Pemodelan lubang lingkaran	45
Gambar 4.18 Bentuk balok kantilever <i>castellated</i> bukaan lingkaran non prismatis..	45
Gambar 4.19 Grafik hasil konvergensi	46
Gambar 4.20 Input data dokumen	47
Gambar 4.21 Input nilai <i>element size</i> dan <i>size grading</i>	47
Gambar 4.22 <i>Generate mesh</i> untuk mengetahui jumlah elemen	48
Gambar 4.23 Meng- <i>input</i> data material	48
Gambar 4.24 Meng- <i>input</i> data beban yang diinginkan	49
Gambar 4.25 Meng- <i>input</i> tumpuan pada <i>surface 3</i>	49
Gambar 4.26 Nilai <i>von mises stress</i>	50
Gambar 4.27 Nilai <i>displacement magnitude</i>	50
Gambar 5.1 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 2 m	54

Gambar 5.2 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 2,5 m	55
Gambar 5.3 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 3 m	55
Gambar 5.4 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 3,5 m	55
Gambar 5.5 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 2 m	59
Gambar 5.6 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 2,5 m	59
Gambar 5.7 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 3 m	60
Gambar 5.8 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jumlah elemen bentang 3,5 m	60
Gambar 5.9 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 2 m	61
Gambar 5.10 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 2 m	62
Gambar 5.11 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 2,5 m	62
Gambar 5.12 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 2,5 m	63
Gambar 5.13 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 3 m	64
Gambar 5.14 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 3 m	64
Gambar 5.15 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 3,5 m	65
Gambar 5.16 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 3,5 m	65
Gambar 5.17 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 2 m	66
Gambar 5.18 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 2 m	67
Gambar 5.19 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 2,5 m	68
Gambar 5.20 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 2,5 m	68
Gambar 5.21 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 3 m	69
Gambar 5.22 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 3 m	69
Gambar 5.23 Grafik hubungan <i>displacement</i> dan jarak antar lubang bentang 3,5 m	70
Gambar 5.24 Grafik hubungan <i>von mises</i> dan jarak antar lubang bentang 3,5 m	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pemodelan AutoCAD benda uji profil 150x75x5x7 mm
- Lampiran 2 Pemodelan AutoCAD benda uji profil 200x100x5,5x8 mm
- Lampiran 3 Verifikasi hitungan manual dengan program LISA FEA