

Perancangan Konstruksi *Main Girder* pada *Overhead Crane Single Girder SWL 2 Ton* untuk Laboratorium *Outboard Engine* di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Maulana Tazniil Aziizir Rohiim^{1*}, Tri Andi Setiawan², Widya Emilia Primaningtyas³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: maultanziil@gmail.com^{1*}

Abstract - In this study, the main girder overhead crane construction design with a SWL capacity of 2 tons was carried out for the outboard engine laboratory at PPNS. The design is continued with the analysis of the strength of the construction made to calculate the maximum stress, and deflection. The analysis process will use the FEM (finite element methods) approach using FUSION 360 software. Comparing the simulation results is carried out on the resulting stress values. From the results of the design and analysis, it is found that the dimensions of the main girder have met the requirements.

Keyword : Deflection, Design, Finite Element Method, Overhead Crane Single Girder, Stress.

Nomenclature:

SWL	Safety Working Load
σ	Tegangan
σ_v	Tegangan Von Mises
τ	Tegangan Geser
E	Modulus Elastisitas
I_x	Momen Inersia
M_{max}	Momen Bending
q	Berat dalam satuan jarak
L	Panjang Balok
Z_x	Modulus Penampang
δ	Defleksi

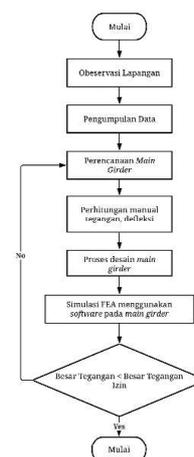
1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya ingin menjangkau inovasi dibidang perkapalan dengan membangun laboratorium *outboard engine* sebagai sarana mahasiswa agar lebih mudah ketika akan membuat suatu inovasi di bidang perkapalan tersebut khususnya mengenai *outboard engine*. Salah satu mesin yang sangat berguna untuk meringankan kerja manusia dalam hal ini adalah pesawat angkat. Dalam hal ini, salah satu mesin pesawat angkat yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah *Overhead Crane* khususnya pada konstruksi *main girder*.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir

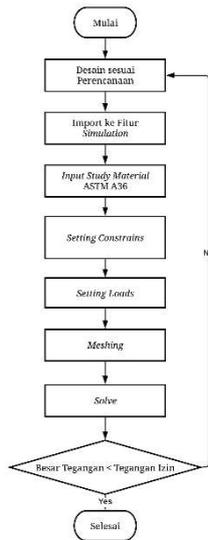
Penelitian ini dilakukan sesuai dengan metode sesuai dengan pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir

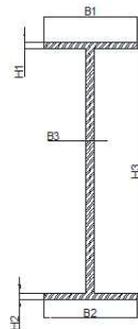
2.2 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari suatu gejala phisis. Pada tahap ini struktur konstruksi disimulasikan pembebanan menggunakan *software* berbasis FEM yaitu Fusion 360.



Gambar 2. Metode Elemen Hingga

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Penampang Melintang Profil Main Girder

3.1 Perencanaan Dimensi Profil Main Girder

Span = 8160 mm
 Safety working load (SWL) = 2000 kg
 Dengan nilai kekuatan material sebagai berikut.
 Material yang digunakan = ASTM A36
 Yield strength = 250 N/mm²
 Modulus elastisitas = 2000 N/mm²
 (E)

Konstruksi profil *main girder* yang direncanakan menggunakan profil I.

Dengan rincian dimensi profil *main girder* yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut

Tabel 1: Dimensi Profil Main Girder

Bagian	Ukuran	Bagian	Ukuran
B1	200	H1	12
B2	200	H2	12
B3	18	H3	450

Setelah menentukan dimensi setiap profil yang terpilih selanjutnya akan mencari titik berat dari luas, dan momen statis profil *main girder*. Dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 2: Jarak Titik Berat Konstruksi Profil Main Girder

Bagian	B	H	Titik Berat		Luas
	(mm)	(mm)	X mm	Y mm	(A) mm ²
Top Plate (1)	200	12	100	243	2400
Bottom Plate (2)	200	12	100	6	2400
Web Plate (3)	18	450	100	237	8100
					12900

Menghitung momen statis dengan rincian hasil sebagai berikut.

Tabel 3: Momen Statis Main Girder

Bagian	Momen Statis	
	X . A	Y x A
Top Plate (1)	240000	583200
Bottom Plate (2)	240000	14400
Web Plate (3)	810000	1919700
Total	1290000	2517300

Akumulasi nilai titik berat pada sumbu x dan y.

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\sum(x.A)}{\sum A} \\
 &= \frac{1290000}{12900} \\
 &= 100 \text{ mm} \\
 Y &= \frac{\sum(y.A)}{\sum A} \\
 &= \frac{2517300}{12900} \\
 &= 195,1395349 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Menghitung momen inersia

$$I_x = \frac{1}{12} x BH^3$$

Dengan rincian hasil sebagai berikut.

Tabel 4: Perhitungan Momen Inersia

Bagian	d1	A x d1 ²	Momen inersia
	mm	mm ⁴	Ix
Top Plate (1)	47,87	5497497,90	28800
Bottom Plate (2)	189,14	85857032,77	28800

Web Plate (3)	41,87	14193618,17	136687500
Total		105548148,8	136745100

Menghitung akumulasi total momen inersia yang dihasilkan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} I_{xx} &= \sum(I_x) + \sum(A \times d^2) \\ &= 136745100 + 105548148,8 \\ &= 242.293.248,8 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Dengan demikian, total momen inersia main girder adalah sebesar 242.293.248,8 mm⁴.

3.2 Perhitungan Momen Bending

1. Momen Bending Maksimal Sebelum Mendapat Beban dari Kontruksi Main Girder itu sendiri.

$$\begin{aligned} \text{Safety working load} &= 2000 \text{ kg} \\ \text{Berat hoist} &= 270 \text{ kg} \\ P &= (SWL \times 2) + W \text{ hoist} \\ &= (2000 \times 2) + 270 \\ &= 4.270 \text{ kg} \\ &= 41.846 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Menghitung momen bending maksimal sebelum mendapat beban dari konstruksi menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \frac{p \times l}{4} \\ &= \frac{41.846 \times 8160}{4} \\ &= 8.710.800 \text{ kg.mm} \\ &= 85.365.840 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Dengan demikian, momen maksimum yang terjadi pada main girder sebelum mendapat beban dari konstruksi main girder adalah 85.365.840 N.mm

2. Momen Bending Maksimal Setelah Mendapat Beban dari Kontruksi Main Girder itu sendiri.

Rincian berat dari konstruksi main girder.

Tabel 5 Berat Konstruksi Main Girder

Bagian	Luas	Panjang (Span)	W
	mm ²	mm	A x L x p = (kg)
Top Plate (1)	2.400	8.160	153,7344
Bottom Plate (2)	2.400	8.160	153,7344
Web Plate (3)	8.100	8.160	518,8536
Total			826,3224

Setelahnya menghitung momen maksimal main girder beban merata menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} q &= \frac{W}{L} \\ &= \frac{8098}{8160} \\ &= 0,992397 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Dengan demikian, sudah dapat menghitung momen maksimal tambahan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \frac{q \times l^2}{8} \\ &= \frac{0,992397 \times 8160^2}{8} \\ &= 8.259.918,71 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Akumulasi momen bending

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \frac{p \times l}{4} + \frac{q \times l^2}{8} \\ &= 85365840 + 8259918,71 \\ &= 93.625.758,71 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Jadi momen bending yang terjadi adalah 93.625.758,71 N.mm

3.3 Perhitungan Nilai Tegangan Pada Main Girder

Menghitung tegangan normal menggunakan rumus Persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M_{\max}}{Z_x} \\ &= \frac{M_{\max}}{I_x/y} \\ &= \frac{93625759}{1241641,0} \\ &= 75,41 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Menghitung tegangan geser menggunakan Persamaan berikut.

$$\tau = \frac{Q \cdot V}{I_x \cdot t}$$

Menghitung tegangan maksimal yang terjadi pada main girder pada Persamaan berikut.

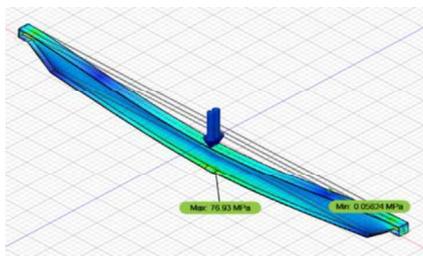
$$\begin{aligned} \sigma_v &= \sqrt{(\sigma_t + \sigma_f)^2 + 3\tau^2} \\ &= \sqrt{(75,40485381)^2 + 3 \cdot 11,89629004^2} \\ &= 78,169413 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Setelah nilai tegangan maksimal telah diketahui selanjutnya dibandingkan dengan nilai tegangan yang diizinkan, menggunakan rumus Persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_{Izi} &= \frac{\sigma_y}{SF} \\ n &= \frac{250}{2} \\ &= 150 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

3.4 Analisa FEM Menggunakan Software

Langkah awal dalam analisa ini adalah dengan menentukan *study material* atau material yang akan dianalisis, dalam hal ini dipilih material ASTM A36. Setelah memasukkan data material dilanjutkan menentukan kondisi batas (*constrains*) dari profil *main girder* yang berada dimasing masing ujung profil. Setelah menentukan kondisi batas (*constrains*) dilanjutkan dengan memasukkan nilai pembebanan sesuai dengan perhitungan pembebanan maksimum yaitu 41846 N.mm. Setelah memasukkan nilai pembebanan selanjutnya *meshing* pada profil *main girder*, *meshing* menggunakan 10% dari dimensi profil. Setelah itu *solving data* yang telah dimasukkan dan hasil akan diketahui. Dari hasil yang diketahui sesuai dengan yang ditunjukkan Gambar 4 nilai tegangan maksimal adalah 76,93 Mpa.



Gambar 4. Hasil Analisa FEM

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Perancangan konstruksi *main girder* dengan SWL 2 ton untuk Laboratorium *Outboard Engine* di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya pada *main girder* menghasilkan desain yang sesuai dengan standar dikarenakan nilai tegangan yang terjadi adalah sebesar 78,169413 N/mm² pada perhitungan manual dan sebesar 76,93 N/mm² pada simulasi *software* Fusion 360. Nilai tersebut masih dalam rentang batas yang diizinkan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menjadi sumber perlindungan dan kekuatan bagi

penyusun dalam mengerjakan proposal Tugas Akhir ini. Orang Tua penulis yaitu Bapak Imam Samsuri dan Ibu Warti serta saudara Mahendra Putra Sanjaya dan Zaki Alfurqan yang selalu mendukung secara maksimal penulis untuk menyelesaikan proposal Tugas Akhir, baik secara materil dan non materil. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, ST., M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Pemesinan Kapal. Bapak Farizi Rachman, S.Si., M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Pemesinan Kapal.

6. Bapak Tri Andi Setiawan, S.St., Mt selaku Kepala Bengkel CNC sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktu dan usaha untuk senantiasa memberikan bimbingan, saran dan ilmu kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ibu Widya Emilia Primaningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu dan usaha untuk senantiasa memberikan bimbingan, saran, ilmu dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. 10. Seluruh teman-teman seperjuangan dan sepenanggungan Teknik Desain dan Manufaktur Angkatan 2017, khususnya 2017 B yang senantiasa membantu, menemani, berbagi, mendukung, dan menghibur selama 4 tahun berkuliah di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

6. PUSTAKA

- [1] American National Standart Institute. (2005). *AISC: Specification for Structural Steel Building*.Chicago: AISC Inc.
- [2] Kiyokatsu, S. (2008). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*.Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [3] Rudenko, N. (1966). *Mesin Pengangkat*.Jakarta: Erlangga. Society American Welding. (2002). *structural welding code*.Washington, D.C: ANSI.
- [4] Oberg, E. d. (2000). *Machinery Handbook 26th Edition*. Ney York: Industrial Press Inc.
- [5] Mulyanto, I. P. (2011). Analisa Kekuatan Konstruksi Car Deck Pada Kapal KM. Dharma Ferry 3 dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal KAPAL, 8
- [6] Susantio, Y. (2004). *Dasar -dasar Metode Elemen Hingga*.Yogyakarta: Andi.

- [7] Iremonger, M. (1990). *Dasar Analisa Tegangan*. Jakarta: UI-Press.
- [8] Limbrunner, G. F. (2004). *Applied statics and strength of materials*. USA: Prentice Hall.
- [9] BS 2573-1. (1983). *Rules For The Design of Crane Part 1: Spesification for Clasification, Stress Calculations, and Design of Mechanism* .UK: British Standart Institute.