



PERANCANGAN WELDING FIXTURE UNTUK HIGH MAST POLE DENGAN METODE FINITE ELEMENT ANALYSIST

Putri Aulia^{1*}, Rosidi¹, Budi Yuwono¹

¹Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Perancangan alat las tiang tiang tinggi menggunakan proses las busur terendam bertujuan untuk mempermudah proses pengelasan, mempersingkat waktu produksi dan meningkatkan kualitas produk. Selain itu, kekuatan struktur meja sambil menopang tiang tiang tinggi dapat dianalisis dengan perhitungan tangan dan diverifikasi dengan analisis elemen hingga. Metode yang digunakan adalah screening dan scoring yang bertujuan untuk mendapatkan desain yang sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi konsumen. Dari hasil analisa beban statik menggunakan SolidWorks 2019 dengan tonase 700 kg maka rancangan alat yang akan digunakan dalam kategori aman.

Kata-kata kunci: High Mast Pole, Welding fixture, Finite Element Analysist.

Abstract

The design of high pile welding equipment using submerged arc welding process aims to simplify the welding process, shorten production time and improve product quality. In addition, the strength of the table structure while supporting high piles can be analyzed by hand calculation and verified by finite element analysis. The method used is screening and scoring which aims to get a design that suits the needs and specifications of consumers. From the results of the static load analysis using SolidWorks 2019 with a tonnage of 700 kg, the design of the tool to be used is in the safe category

Keywords: High Mast Pole, Welding fixture, Finite Element Analysist

* Corresponding author E-mail address: putri.aulia.tm18@mhs.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan tiang penerangan jalan umum (PJU). Salah satu jenis tiang adalah tiang tinggi dengan diameter maksimum 1,6 meter. *High Mast Pole* adalah tiang dengan struktur kantilever vertikal tipe n dan salah satu fungsinya adalah untuk menerangi area yang relatif luas (I. Journal, O.F. Engineering, 2017). Tiang jenis ini biasa digunakan untuk penerangan stadion, bandara dan pelabuhan. Tiang tinggi digunakan di lokasi tersebut karena memiliki jangkauan yang lebih panjang dan dapat bersinar ke berbagai arah. Proses pengelasan horizontal tiang tinggi di PT. X masih menggunakan dua operator dan menggunakan proses pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) yang dimana proses pengerjaannya dapat memakan waktu yang cukup lama.

Kemampuan pekerja seringkali terbatas, yang dapat menyebabkan produktivitas tenaga kerja lebih rendah, yang mengakibatkan lembur untuk memenuhi tujuan perusahaan. Selain itu, hasil pengelasan jauh dari standar perusahaan, karena kecepatan pengelasan masing-masing operator berbeda, yang dapat menyebabkan kesalahan dalam hasil pengelasan. Untuk mengatasi masalah ini, alat las tiang tinggi diproduksi untuk memfasilitasi pengelasan tiang tinggi, dan perbaikan dilakukan untuk membantu mengurangi waktu produksi dan meningkatkan kualitas produk. Oleh karena itu, kami bertujuan untuk mengembangkan alat las untuk tiang tinggi menggunakan metode las busur terendam. Tujuan dari desain ini adalah memungkinkan untuk merancang jig las menggunakan layar dan proses skor untuk menyederhanakan proses pengelasan, mengurangi waktu produksi dan meningkatkan kualitas menara tiang tinggi.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan *Finite Element Analisyst* yang ada pada software SolidWorks.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir dari pembuatan alat bantu pengelasan panjang horizontal untuk High Mast Pole:



Gambar 1. Diagram Alir

2.1.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah suatu langkah yang didefinisikan untuk mencari ide rancangan berdasarkan permasalahan yang ada dalam proses pengelasan. Cara mengidentifikasi masalah pada PT. X dengan cara wawancara, berikut adalah pertanyaan yang diajukan :

Kriteria mesin seperti apa yang dibutuhkan untuk mempermudah pengelasan horizontal High Mast Pole?

Berdasarkan permasalahan yang ada, mesin yang dirancang harus memiliki beberapa kriteria, yaitu:

- a. Mengurangi overtime
- b. Meningkatkan kualitas produk
- c. Mengurangi Man Power
- d. Aman digunakan oleh operator

2.2.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi yang berkaitan dengan bidang kegiatan yang diambil. Studi literatur memiliki tujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan terkait dengan perancangan yang akan dibuat, mengkaji teori dasar sebelumnya baik dari jurnal, paten, atau paper. Diantaranya teori mengenai pengelasan, komponen standar yang digunakan, dan High Mast Pole serta alat yang serupa dengan perancangan yang ingin dibuat.

2.2.3 Analisa Kebutuhan

Alat yang dibutuhkan yaitu mengurangi overtime, meningkatkan kualitas produk, mengurangi man power, dan aman digunakan oleh operator. Kebutuhan tersebut didapatkan dengan cara melakukan survey, memberikan kuisioner, ataupun wawancara kepada pelanggan. Hasil dari analisa tersebut dapat digunakan untuk spesifikasi dari perancangan alat yang akan dibuat. Analisa yang dibutuhkan adalah alat yang dapat menerima beban seberat 700 kg, dengan spesifikasi benda kerja sebagai berikut :

- a. Jumlah segmen : 6-7 segmen
- b. Panjang segmen : 3,000 – 6,100 mm
- c. Tebal pelat : 6 - 8 mm
- d. Material : ASTM A36
- e. Jenis tiang : Oktagonal

2.2.4 Menentukan Spesifikasi

Berdasarkan masalah yang didapatkan dengan cara survey, wawancara ataupun kuisioner pada PT. X, mesin yang dirancang harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Mudah digunakan oleh operator
- b. Perawatan yang mudah
- c. Aman dalam proses pengerjaan
- d. Efektifitas pengerjaan yang tinggi

Spesifikasi ditentukan oleh kebutuhan dan sesuai dengan alat bantu pengelasan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat bantu pengelasan

<i>Specification</i>	
Dimensi	7400 mm x 1453 mm x 750 mm
Berat	300 kg
Payload	1000 kg
<i>Material Specification</i>	
Rangka Utama	ASTM A36
Poros	S45C

Pada tabel 1. Menjelaskan tentang spesifikasi alat bantu pengelasan yang dibutuhkan. Spesifikasi didapatkan dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen dan standard.

2.2.5 Konsep Desain

Membuat konsep desain dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh konsumen.

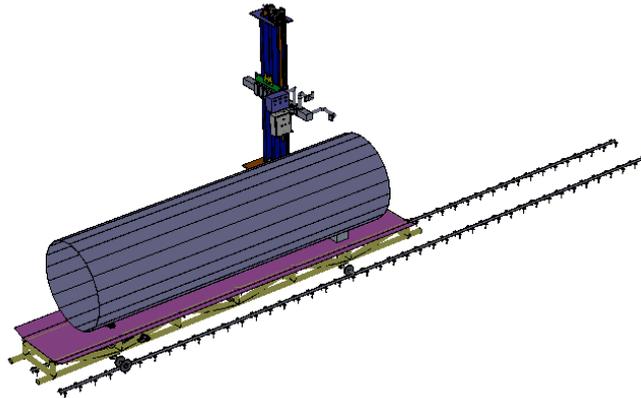
2.2.6 Pengujian Finite Element Analysis

Analisis ini menggunakan software solidworks 2019 guna untuk mengetahui reaksi struktur rangka pada gaya yang diberikan dan efek fisik lainnya. Sebelum analisis Finite Element Analysis dilakukan perhitungan rangka yang nantinya akan dipastikan perhitungannya menggunakan software dan manual.

2.2.7 Penulisan Laporan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah desain rancangan alat bantu pengelasan High Mast Pole :



Gambar 2. Desain Rancangan

3.1 Perhitungan Struktur Rangka

1. Momen Gaya

Momen gaya memiliki rumus sebagai berikut :

$$\text{Momen gaya} = F \cdot L \quad (1)$$

Dimana, F = gaya yang bekerja pada benda [N]

L = jarak tegak lurus terhadap titik garis gaya [m]



Gambar 3. Gambar Momen

2. Tegangan Bengkok

Berikut adalah rumus tegangan bengkok sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{M}{I}y = \frac{M}{\frac{I}{y}} = \frac{M}{Z} \quad (2)$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z_b} = \frac{\text{Momen bending}}{\text{Momen tahanan bending}} \quad (3)$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{\text{Momen bending}}{\text{Momen tahanan bending}} \quad (4)$$

Dimana :

M = momen bending penampang yang ditentukan (Nmm)

σ_b = tegangan bending (N/mm²)

I = momen inersia penampang lintang (mm⁴)

y = jarak dari permukaan netral ke lapisan paling luar (mm)

3. Tegangan Izin

Berikut adalah rumus tegangan izin : $\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{F.S}$

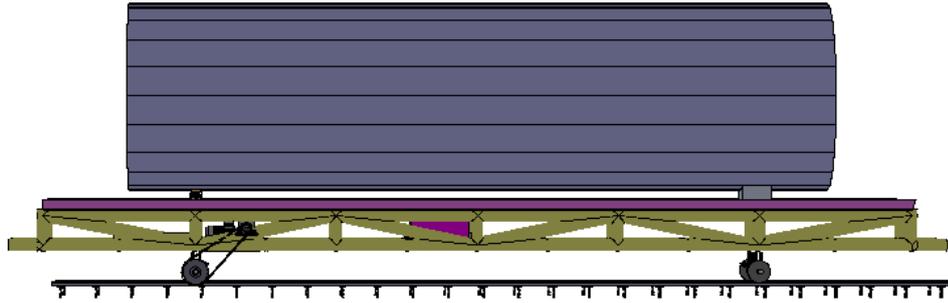
Keterangan :

$\bar{\sigma}_t$ = Tegangan yang diizinkan

σ_t = Kekuatan tarik material

$F.S$ = *Factor of Safety* (Angka keamanan)

4. Hasil Perhitungan Analisis



Gambar 3. Desain Rancangan

Diketahui :

$$F = 700 \text{ kg}$$

$$F = 700 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 6867 \text{ N}$$

$$\text{Jarak antar segmen} = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar tanah dan rangka} = 750 \text{ mm}$$

$$\alpha = \text{arc tan } 750/2000$$

$$\alpha = 20,55^\circ$$

Penyelesaian :

$$\bullet \Sigma F_x = 0$$

$$F_1 - F_5 - F_4 - F_2 - F_3 - 6867 \text{ N} = 0$$

$$F_3 = 6867 \text{ N}$$

$$\bullet \Sigma F_y = 0$$

$$-F_1 + F_2 = 0$$

$$-F_1 = F_2$$

$$\bullet \Sigma F_y = 0$$

$$-6867 \text{ N} + F_3 = 0$$

$$6867 \text{ N} = F_3$$

$$F_3 = 6867 \text{ N}$$

$$\bullet \Sigma F_x = 0$$

$$F_6 - F_3 \cdot \cos 20,55^\circ = 0$$

$$F_6 \cdot 6867 \text{ N} \cdot 0,93636 = 0$$

$$F_6 = 6430,02 \text{ N}$$

$$\bullet \Sigma F_y = 0$$

$$F_7 + F_3 \cdot \sin 20,55^\circ = 0$$

$$F_7 \cdot 6867 \text{ N} \cdot 0,3510 = 0$$

$$F_7 = 2410,48 \text{ N}$$

$$\bullet \Sigma F_y = 0$$

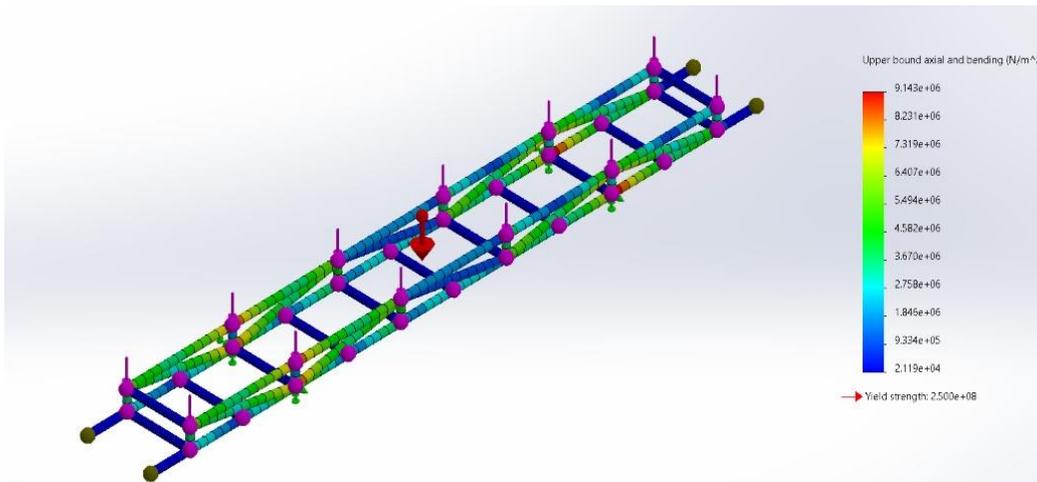
$$F_3 - 2 \cdot \sin F_4 = 0$$

$$7000 - 2 \cdot \sin 862,467 \text{ N} = 0$$

$$7000 - 1,2186 = 0$$

$$F_4 = 5,7814 \text{ N}$$

3.2 Hasil Analisa FEA



Gambar 4. Hasil Analisa FEA

Gaya yang bekerja pada rangka disebabkan oleh beberapa komponen yang memuat pahat. Untuk mendapatkan beban tiang tinggi 700kg. Analisis menunjukkan bahwa struktur rangka dalam kondisi aman.

4. KESIMPULAN

1. Melalui uji coba Finite Element Analysis kekuatan alat bantu sudah aman seperti yang diharapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rosidi, S.T., M.T. dan Budi Yuwono, S.T atas ilmu yang telah diberikan sampai laporan ini selesai dengan tepat waktu.

REFERENSI

1. Khurmi, R.S. and J.K. Gupta, 2005. A Textbook of Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD
2. Sularso. (2000) Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
3. Gupta, K.M. 2015. Engineering Materials. Florida: Taylor & Francis Group.
4. I. Journal, O. F. Engineering, A. Of, H. Mast, S. Light, and I. N. R. Area, "protection, utilization and analysis of high mast street light in rural area," vol. 6, no. 5, pp. 283–288, 2017.
5. W. H. Kearns, Shielded Metal Arc Welding (Learner Guide). 1978.
6. L. Jeffus, Welding and Metal Fabrication. 2011.
7. R. J. Sherman and R. J. Connor, "Development of a Fatigue Design Load for High-Mast Lighting Towers," J. Struct. Eng., vol. 145, no. 1, p. 04018228, 2019, doi: 10.1061/(asce)st.1943-541x.0002236.
8. B. Rihtar and B. M. E. Sc, "Welding Jigs And Fixtures."
9. H. BENJUN, H. WANHUA, L. YAJUN, and Z. XIAN, "CN210756165U Supporting platform for electric pole welding," 2020.
10. W. Fab, "Everything You Need to Know About Weld Positioners," 2019. <https://www.woodwardfab.com/blog/everything-you-need-to-know-about-weld-positioners/> (accessed Feb. 25, 2022).