

PERENCANAAN *WIRE ROPE* UNTUK TIANG AGUNG DENGAN KAPASITAS 1 TON KAPAL DHARMA RUCITRA VIII

Rizal Indrawan¹⁾, Mohamad Hakam¹⁾, dan Ahmad Mulya Farizki¹⁾

¹⁾Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia

*E-mail: rizal11307@ppns.ac.id

Abstract

Wire rope is one of the most important elements in bracing and moving loads that can withstand tensile forces when holding up tall poles. In this case what needs to be considered is stress and strain, and predicting the life of the wire rope. This study aims to obtain a wire rope planning that is suitable for a capacity of 1 ton. The types of wire rope used in this study are 6x19+1 with a diameter of 12 mm and 6x37+1 with a diameter of 9 mm. The maximum stress produced on wire rope type 6x19+1 is 11.02 kg/mm², and type 6x37+1 is 18.1 kg/mm², where the material allowable stress is 36 kg/mm². The strain on wire rope type 6x19+1 is 23.63 mm and type 6x37+1 is 38.81 mm. The life of wire rope type 6x19+1 is 34.6 months and type 6x37+1 is 17.3 months. The results of this study show that wire rope types 6x19+1 and 6x37+1 are safe to use against the load of the grand pillar. The recommended wire rope is type 6x19+1 with a diameter of mm because it is considered safe to withstand the structure, and has a service life that is in accordance with the ship's maintenance schedule.

Keywords: *Wire rope, Stress, Strain and Wire life*

Abstrak

Wire rope merupakan salah satu elemen yang sangat penting dalam menguatkan dan memindahkan beban yang mampu menahan gaya tarik saat menahan tiang agung. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah tegangan dan regangan, serta memprediksi umur *wire rope*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perencanaan *wire rope* yang sesuai untuk kapasitas 1 ton. Jenis *wire rope* yang digunakan pada penelitian ini adalah 6x19+1 dengan diameter 12 mm dan 6x37+1 dengan diameter 9 mm. Tegangan maksimal yang dihasilkan pada *wire rope* tipe 6x19+1 sebesar 11,02 kg/mm², dan tipe 6x37+1 sebesar 18,1 kg/mm², dimana tegangan izin material sebesar 36 kg/mm². Regangan pada *wire rope* tipe 6x19+1 sebesar 23,63 mm dan tipe 6x37+1 sebesar 38,81 mm. Umur *wire rope* tipe 6x19+1 adalah 34,6 bulan dan tipe 6x37+1 adalah 17,3 bulan. Hasil penelitian ini *wire rope* tipe 6x19+1 dan 6x37+1 aman digunakan terhadap beban tiang agung. *Wire Rope* yang disarankan tipe 6x19+1 dengan diameter mm karena dinilai aman menahan struktur, dan memiliki umur pakai yang sesuai dengan jadwal maintenance kapal.

Kata Kunci: *Wire rope, Tegangan, Regangan dan Umur Pakai*

PENDAHULUAN

Template Tiang agung merupakan peralatan pendukung kapal yang berguna sebagai penerangan dalam perjalanan di malam hari. Selain itu berfungsi juga untuk memberi tahu posisi kapal dan juga panjang kapal. *Wire rope* perlu ditambahkan dalam bagian sebagai penguat untuk berdirinya tiang agung.

Sebagai referensi pembangunan tiang agung, peneliti menggunakan layout tiang agung pada kapal Kirana VII. Sudut tiang agung pada kapal Kirana VII adalah 47° , jika diterapkan pada kapal Dharma Rucitra VIII dapat menyebabkan benturan dengan funnel dan membutuhkan terlalu banyak penyangga. Untuk meminimalkan material, sudut tiang agung pada kapal Dharma Rucitra VIII diubah menjadi 56° , sehingga penyangga yang diperlukan tidak sebanyak pada kapal Kirana VII. Dikarenakan adanya perubahan sudut pada tiang agung maka diperlukan perencanaan ulang *wire rope* agar menghemat tenaga, biaya dan sesuai dengan jadwal maintenance kapal. Pemilihan *wire rope* yang sesuai saat menahan konstruksi tiang agung dapat meningkatkan produktivitas crane sebagai penyangga utama.

Perencanaan *wire rope* yang sesuai akan memperkukuh berdirinya tiang agung. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah tegangan dan regangan yang dialami *wire rope* saat menahan tiang agung, serta memprediksi umur *wire rope*. Hal ini dikarenakan *wire rope* merupakan salah satu elemen yang sangat penting dalam menguatkan dan memindahkan beban yang mampu menahan gaya tarik.

Alat bantu dengan performa yang maksimum dan sesuai dengan kebutuhan maka dilakukan analisa perhitungan untuk mendapatkan dimensi dan kekuatan material agar peralatan tersebut mempunyai keamanan dalam pemakaiannya. Metode FEM (Finite Element Method) digunakan untuk menghindari kerusakan yang tidak terprediksi dan umur dari konstruksi diperhitungkan secara numerik dan sistematis dengan perhitungan fatigue life agar hasil yang didapat lebih akurat. Hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan tipe *wire rope* yang lebih efektif dalam segi fungsi serta keamanan jangka panjang.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian berupa perencanaan *wire rope* yang sesuai dengan kondisi lapangan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan perencanaan *wire rope* yang sesuai untuk kapasitas 1 ton

METODE PENELITIAN

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini peneliti melakukan studi literatur untuk menggali setiap teori, pengetahuan, penelitian terdahulu dan informasi lain yang terkait dengan kebutuhan penelitian ini. Untuk studi lapangan dilakukan dengan melihat kondisi secara langsung objek yang akan diteliti .

2. Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi awal yang bertujuan untuk menemukan permasalahan yang menjadi dasar untuk diangkat dalam penelitian ini. Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana analisis tegangan maksimal, regangan dan umur *wire rope* saat menahan tiang agung.

3. Merencanakan Struktur Dimensi Ukuran *Wire rope*

Setelah melakukan observasi dan pengambilan data di lapangan, data yang diambil berupa luas area yang tersedia buat berdirinya tiang agung pada kapal Dharma Rucitra VIII. Untuk referensi pemodelan tiang agung, menggunakan data dari tiang agung kapal Kirana VII.

4. Perhitungan dan Analisis *Wire rope*

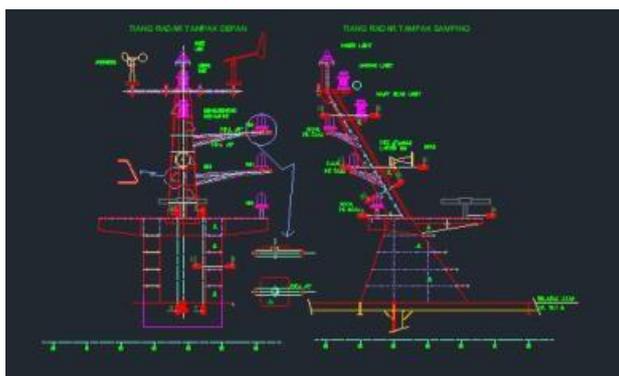
Pada tahap ini dilakukan menghitung berat dari pipa yang akan digunakan sebagai konstruksi utama dari tiang agung. Untuk menentukan tegangan tarik maksimal yang dialami *wire rope* perlu dilakukan menghitung luas penampang *wire rope* dan tarikan pada tali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

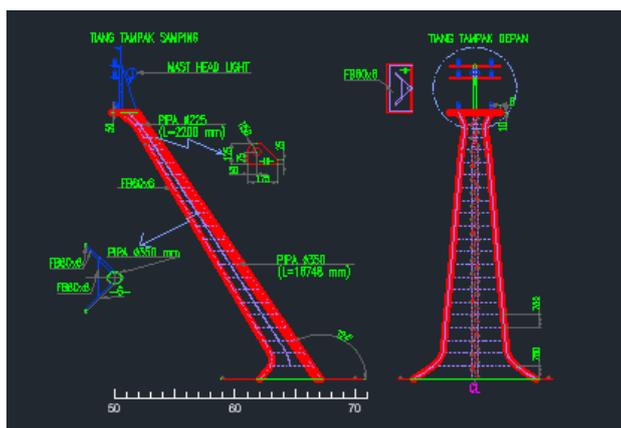
1. Model Tiang Agung

Pembuatan tiang agung Dharma Rucitra VIII menggunakan referensi tiang agung kapal Kirana VII yang dapat dilihat pada Gambar 2. Setelah melakukan penerapan

layout Tiang Agung Kirana VII pada Dharma Rucitra VIII ditemukan ketidakcocokan, sehingga perlu dilakukan mengubah desain tiang agung pada Dharma Rucitra VIII. Desain yang akan diubah antara lain sudut kemiringan pada tiang. Pada tiang Kirana VII memiliki sudut sebesar 47° , hal ini jika diterapkan pada kapal Dharma Rucitra VIII dapat menyebabkan tabrakan pada bangunan di belakangnya dan memerlukan penyangga yang terlalu banyak. Untuk meminimalisir bahan pembuatan maka sudut tiang agung pada Dharma Rucitra VIII diubah menjadi sebesar 56° . Dengan mengubah sudut menjadi 56° , penyangga yang diperlukan tidak sebanyak pada kapal Kirana VII. Berikut Gambar 3 tiang agung pada kapal Dharma Rucitra VIII

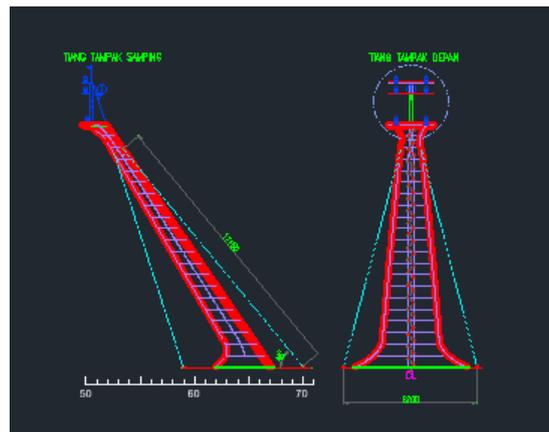


Gambar 1. Tiang Agung pada Kapal Kirana VI



Gambar 2. Tiang Agung pada Dharma Rucitra VIII

2. Konsep *Wire rope* Kapal Dharma Rucitra VIII Setelah mengetahui model terbaru tiang agung pada kapal Dharma Rucitra VIII, maka dilakukan penentuan posisi *wire rope*. Jarak posisi antar *wire rope* sebesar 8,7 m dan kemiringan *wire rope* sebesar 45° terhadap tiang serta panjang *wire rope* sebesar 17150 mm, dapat dilihat pada Gambar 3

Gambar 3. Konsep *Wire rope* pada Tiang Agung Dharma Rucitra VIII

3. Spesifikasi Tali

Spesifikasi *wire rope* dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Spesifikasi *Wire rope*

| | <i>Wire rope Tipe 6x19+1</i> | <i>Wire rope Tipe 6x37+1</i> |
|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Konstruksi tali | Posisi berpotongan (Cross Lay) | Posisi berpotongan (Cross Lay) |
| Jumlah lengkungan (n) | 2 | 2 |
| Faktor keamanan (K) | 5 | 5 |
| Panjang tali | 17150 mm | 17150 mm |
| Tegangan putus bahan (σ_b) | 180 kg/mm ² | 180 kg/mm ² |
| Beban (Q) | 1000 kg | 1000 kg |
| Modulus elastisitas (E) | 8000 kg/mm ² | 8000 mm ² |
| Efisiensi Puli (η) | 0,951 | 0,951 |
| Perbandingan diameter tali dan puli (d/D) | 20 | 20 |
| Jumlah wire (i) | 144 | 222 |

Tabel 2. Tegangan Tarik *Wire rope*

| <i>Tipe Wire rope</i> | Tegangan Tarik |
|------------------------------|---------------------------|
| <i>Wire rope Tipe 6x19+1</i> | 11,02 kg/ mm ² |
| <i>Wire rope Tipe 6x37+1</i> | 18,1 kg/mm ² |

Untuk menghitung Tegangan tali baja yang diizinkan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma_{ijin} &= \frac{\sigma_b}{K} \\ &= 36 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa perancangan ini aman untuk digunakan dikarenakan tegangan tarik pada wire rope yang direncanakan lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan. Setelah mengetahui luas penampang maka dapat dilakukan perhitungan diameter kawat, dengan persamaan:

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \times 4}{\pi \times i}}$$

Hasil perhitungan diameter kawat dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Diameter Kawat

| <i>Type Wire rope</i> | Diameter Kawat |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <i>Wire rope</i> Tipe 6x19+1 | 0,73 mm |
| <i>Wire rope</i> Tipe 6x37+1 | 0,4 mm |

Setelah mengetahui diameter kawat selanjutnya menghitung diameter tali dengan menggunakan persamaan:

$$d = 1,5 \times \delta \times \sqrt{i}$$

Hasil perhitungan diameter tali dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Diameter Tali

| <i>Type Wire rope</i> | Diameter Tali |
|-------------------------------------|----------------------|
| <i>Wire rope</i> Tipe 6x19+1 | 12 mm |
| <i>Wire rope</i> Tipe 6x37+1 | 9 mm |

Perhitungan Umur Wire rope Sebelum menentukan umur wire rope terlebih dahulu menentukan faktor m yaitu faktor yang tergantung pada jumlah lengkungan berulang, dengan persamaan:

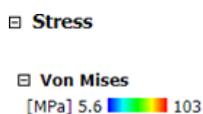
$$m = \frac{D/d}{\sigma t \times C \times C1 \times C2}$$

Hasil nilai m dapat dilihat pada Tabel 5

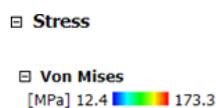
Tabel 5. Umur Wire Rope

| <i>Type Wire rope</i> | Umur <i>Wire rope</i> |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <i>Wire rope</i> Tipe 6x19+1 | 34,6 bulan |
| <i>Wire rope</i> Tipe 6x37+1 | 17,3 bulan |

Analisis Von Mises Stress Wire rope Simulasi dilakukan menggunakan software fusion 360 dimana diperoleh tegangan (von mises) dengan beban tiang agung 1000 kg (9810 N). Hasil analisis von mises stress wire rope tipe 6x19+1 dapat dilihat pada Gambar 4 dan hasil analisis von mises stress wire rope tipe 6x37+1 dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 4. Von Mises Stress Wire rope Tipe 6x19+1



Gambar 5. Von Mises Stress Wire rope Tipe 6x37+1

Dari Gambar 4 dan 5, tipe wire rope 6x19+1 menunjukkan hasil analisis sebesar 103 MPa (10,499 kg/mm²) sedangkan menggunakan perhitungan manual sebesar 11,02 kg/mm². Berdasarkan perhitungan tersebut terjadi selisih 4,7%. Tipe wire rope 6x37+1 menunjukkan hasil analisis sebesar 173,3 MPa (17,665 kg/mm²) sedangkan menggunakan perhitungan manual sebesar 18,1 kg/mm². Berdasarkan perhitungan tersebut terjadi selisih 2,4%.

SIMPULAN

Setelah melakukan pengolahan data yang diambil di lapangan, serta melakukan perhitungan dan analisis tegangan, regangan dan umur wire rope, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tegangan maksimal yang dihasilkan pada wire rope tipe 6x19+1 sebesar 11,02 kg/mm² dan tipe 6x37+1 sebesar 18,1 kg/mm². Dimana tegangan izin material sebesar 36 kg/mm². Sehingga ke dua tipe wire rope aman digunakan karena

- tegangan maksimal yang direncanakan tidak melebihi tegangan maksimal yang diizinkan. Regangan yang dihasilkan pada wire rope tipe 6x19+1 sebesar 23,63 mm dan tipe 6x37+1 sebesar 38,81 mm.
2. Umur wire rope tipe 6x19+1 diameter 12 mm adalah 34,6 bulan (2 tahun 10 bulan 5 hari) dan tipe 6x37+1 diameter 9 mm adalah 17,3 bulan (1 tahun 5 bulan 10 hari).
 3. Berdasarkan hasil perhitungan umur wire rope yang dibandingkan dengan waktu maintenance kapal yang direncanakan 1-1,5 tahun sekali. Maka wire rope yang disarankan tipe 6x19+1 dengan diameter 12 mm, karena dinilai aman menahan struktur dan memiliki umur pakai yang sesuai dengan jadwal maintenance kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Charles G. Salmon & Jhon E. Johnson. (1997). *Stell Structure Design and Behaviour*. Edisi kedua. Terjemahan oleh Ir. Wira M.S.C.E. Universitas Kristen Indonesia. Penerbit PT. Gelora Aksara Pratama.
- Hamsi, Alfian., dkk (2018). Simulasi Perancangan dan Pembuatan Shop Drawing pada Pembangunan Lift Penumpang Kapasitas 20 Orang/1350 Kg. *Jurnal Dinamis*, 6(2), 9-19.
- Kholis, Ikhsan. (2014). Kerusakan Crane Wire rope dan Metode Pemeriksaanya. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 4(2).
- Muin, Syamsir A. (1995). *Pesawat-pesawat Pengangkat*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Pangestu, Ari. (2021). Analisis Tali Baja Lift Barang Berkapasitas 500 Kg pada Bangunan 2 Lantai. Thesis of Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Prasetyo, R. D., Syafri, S., & Akbar, M. (2020). Perancangan Ulang Wire rope Pada Sistem Hoisting Overhead Travelling Crane Kapasitas 55 Ton Di Area Crusher PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 6, 1-5.
- Rudenko, N.. (1994). *Mesin Pengangkat*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Saputra, Bima Ade. (2018). Analisa Tegangan Maksimum Wire rope Dan Hook Pada Overhead Hoisting Crane Kapasitas 7,5 Ton. Thesis of Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Valta, Rio D. (2022). Analisa Kekuatan Wirerope Ship Unloader di PLTU Pulang Pisau. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).
- Widyansyah, Arvin & Darmanto. (2021). Analisis Kekuatan Wire rope Pada Hoist Crane Kapasitas 1 Ton di PT Geomed Indonesia. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Zayadi, A., & Cahyono, H. P. (2020). Analisis Kekuatan Tali Baja Pada Lift Schindler Kapasitas 1600 Kg. *JTK: Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 5(1), 84-91.