MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN : 2808-8115
p-ISSN : 2809-1051

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v4i2.2675

ANALISIS TEGANGAN TARIK MAKSIMUM WIRE ROPE PADA HOIST CRANE KAPASITAS 3 TON

Analysis of Maximum Tensile Stress in Wire Rope on a 3-Ton Capacity Hoist Crane

Rezky Andri & Hendri Nurdin
Universitas Negeri Padang
rezkyandrii6@gmail.com; hens2tm@ft.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jan 17, 2024	Jan 24, 2024	Jan 27, 2024	Jan 31, 2024

Abstract

Steel ropes are one of the most important parts of a lifting aircraft system. The strength of the steel rope varies, depending on the use and needs. A typical steel rope construction for elevators consists of 8 spins wrapped together, heading left or right with a core in the middle. Each steel rope spin consists of 19 wires which is 9.9.1, meaning 9 wires outside, 9 inside and 1 in the center. The cross-sectional area of steel rope (F152) based on the tensile stress for one steel rope (S) is 1.9 cm. The tensile stress that occurs on the steel rope is (S) = 1773 kg. While the permissible tensile stress is (Smax) = 2800 kg. The actual steel rope breaking strength (P) based on the safety factor with mechanism type and operating conditions (K) is (P) = 9753 kg. Steel rope used type: 8 x 19 = 152 + 1 Fiber Core with specifications: steel rope diameter (d) : 10 mm, rope weight (W) : 1.15 kg / m, steel rope breaking load (Pb) : 15,400 kg, rope breaking stress (σb) : 140-159 kg / mm². Because the tensile stress (S) = 1773 kg is smaller than the permissible tensile stress (Smax) = 2800 kg, it can be concluded that the steel rope is safe against the tensile load that occurs.

Keywords: Lifting Machine, Steel rope, Hoistrcane, Industry

Jurnal Masaliq is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

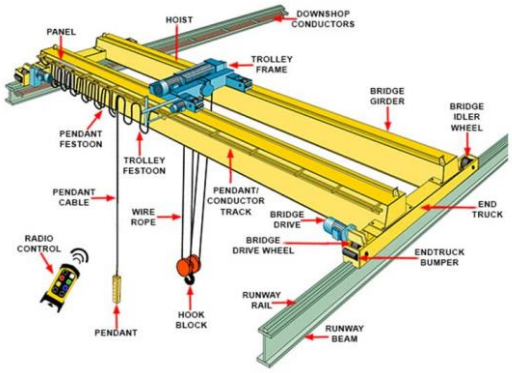
Abstrak: Tali baja adalah salah satu bagian terpenting dari sistem pesawat pengangkat. Kekuatan tali baja berbeda-beda, tergantung dari segi pemakaian dan kebutuhan. Konstruksi tali baja yang khas untuk lift terdiri dari 8 pintalan yang dililitkan bersama, arah ke kiri ataupun ke kanan dengan inti ditengah. Tiap-tiap pintalan tali baja terdiri dari 19 kawat yaitu 9.9.1, artinya 9 kawat diluar, 9 di dalam dan 1 di pusat. Luas penampang tali baja (F152) berdasarkan dari tegangan tarik untuk satu tali baja (S) adalah 1,9 cm. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja adalah sebesar (S) = 1773 kg. Sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah (Smax) = 2800 kg. Kekuatan putus tali baja sebenarnya (P) berdasarkan faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi operasi (K) adalah (P) = 9753 kg. Tali baja yang digunakan tipe: 8 x 19 = 152 + 1 Fiber Core dengan spesifikasi: diameter tali baja (d) : 10 mm, berat tali (W) : 1,15 kg/m, beban patah tali baja (Pb) : 15.400 kg, tegangan patah tali (σb) : 140-159 kg/mm². Dikarenakan tegangan tarik (S) = 1773 kg lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan (Smax) = 2800 kg, maka dapat disimpulkan bahwa tali baja tersebut aman terhadap beban tarik yang terjadi.

Kata Kunci: Mesin Pengangkat, Tali baja, Hoistrcane, Industry

PENDAHULUAN

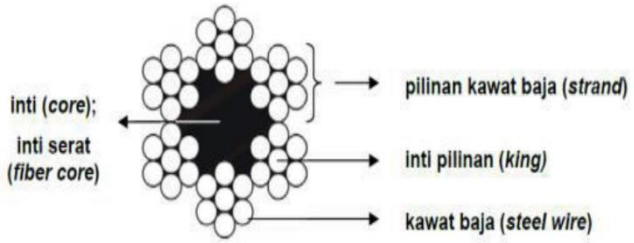
Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang dan sekarang ini sedang menggalakkan pembangunan di segala bidang dengan harapkan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa Indonesia. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia secara terus menerus melakukan pengembangan peralatan yang dapat mempermudah dalam penyelesaian pekerjaan. Salah satu sistem pengangkat yang sangat penting dalam bidang perindustrian salah satunya adalah *hoist crane*. *Hoist Crane* adalah pesawat pengangkat yang biasanya terdapat pada pergudangan, perbengkelan maupun industri.

Hoist Crane ditempatkan pada langit-langit dan berjalan diatas rel khusus atau yang disebut dengan nama *Girder* yang dipasangi pada langit-langit tersebut. *Girder* tadi juga dapat bergerak secara maju-mundur pada satu arah. Sedangkan hoistnya dapat bergerak ke kiri dan kanan,Untuk rel *hoist* (*girder hoist*) dapat menggunakan besi *H-Beam*, *WF-Bea*m atau menggunakan *box girder*, apa bila menginginkan kapasitas yang lebih besar *girder* di buat *double*, jadi mesin *hoist* berada di atas *box girder*. Cara pengoperasianya menggunakan tombol bahkan sekarang dapat menggunakan *remote*. Tetapi ada juga yang memaikai kabin, yang diletakkan dibawah *box girder*.



Gambar 1. Hoist crane

Alat pendukung dari *hoist crane* adalah *wire rope*, *wire rope* adalah sebuah tali baja yang digunakan untuk mengikat benda-benda guna keperluan produksi. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (steel wire) dengan b = kekuatan130-200 kg/mm². Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (strand), kemudian beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (core) sehingga membentuk tali. Namun kadangkala *wire rope* pada *hoist crane* putus atau rantas tidak sesuai dengan waktu yang ditentukan oleh spesifikasinya, maka dari itu perlu memperhitungkan kekuatan yang dapat diangkat *wire rope* atau tali baja ini agar tidak mudah putus atau rantas dalam waktu yang singkat.



Gambar 2. Konstruksi serat tali baja

Pada *wire rope* bagian luar akan mengalami keausan yang lebih parah dan putus lebih dahulu dibandingkan dengan bagian dalamnya. Sehingga bagian luar tali kawatnya mulai terputus jauh sebelum putus dan menandakan tali baja tersebut perlu diganti, sedangkan kerusakan pada rantai akan terjadi tiba-tiba. Tali baja lebih murah harganya dibandingkan dengan rantai, tetapi memerlukan diameter drum yang lebih besar sehingga mekanisme pengangkat lebih besar dan berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan dari tali baja (wire rope) tersebut. Untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja yang disebabkan karena *wire rope* yang putus karena kelebihan beban.

METODE

Data *Wire Rope*

Data wire rope dari Rudenko (1992), dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Type wire rope : 8 x 19
2. Diameter tali (d) : 10 mm
3. Berat tali (W) : 1.15 kg/m
4. Beban patah (Pb) : 15400 kg
5. Tegangan patah (σb) : 140 – 159 kg/mm2

Data di lapangan diperoleh dari data teknis mesin, keterangan dari operator dan buku referensi. Data selengkapnya adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas muatan berguna per satu satuan penanganan (Q) : 3000 kg
2. Jumlah siklus mesin per jam (n) : 54 kali
3. Faktor keamanan (k) : 5.5
4. Jumlah puli penyangga (N) : 2
5. Efisiensi puli (η) : 0.95
6. Efisiensi yang dikarenakan kerugian tali akibat kekakuan ketika menggulung drum ($\eta 1$) : 0.98
7. Kekuatan putus tali sebenarnya (P) : 186 kg

Metode analisa kekuatan wire rope menurut Rodenko (1992) meliputi parameter-parameter sebagai berikut:

1. Kapasitas total
2. Tegangan tarik maksimum pada tali
3. Kekuatan putus tali
4. Tegangan maksimum tali kawat baja yang diizinkan
5. Tegangan tali yang dibebani pada bagian melengkung karena tarikan dan lengkungan
6. Luas penampang tali baja
7. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja

HASIL

1. Kapasitas total

Sistem pengangkatan yang digunakan terdiri dari 2 *pully* yang langsung dihubungkan dengan *Hook*. Sehingga berat muatan yang diangkat menjadi :

$$Q_m = Q_0 + (10\% \,.\, Q_0) \qquad maka$$

Q_m = 3000 + (10% . 3000) = 3300

Kapasitas angkat total *Hoist Crane* adalah:

$$Q = Q_m + \sigma$$

Dimana Qm = kapasitas berat muatan, σ = berat dari *hook*

Maka

$$Q = 3300 + 2 = 3302 \text{ kg}$$

2. Tegangan tarik maksimum pada tali

$$Sb = \frac{Q}{N.n.n1}$$

dimana: Q= Kapasitas muatan berguna persatuan penanganan, N= Jumlah puli penyangga, η = Efisiensi puli, $\eta 1$ = Efisiensi yang dikarenakan kerugian tali akibat kekakuan ketika menggulung drum.

Maka,

$$Sb = \frac{3302}{2\,.0{,}95\,.0{,}98} = 1773 \text{ kg}$$

3. Kekuatan putus tali

$$P = Sb.K$$

dimana: K= Faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi operasi, Sb= Tegangan tarik maksimum tali baja.

Maka,

$$P = 1773 \,.\, 5{,}5 = 9753 \text{ kg}$$

4. Tegangan maksimum tali kawat baja yang diizinkan

$$S\ izin = \frac{Pb}{K}$$

dimana: Pb= Beban patah tali baja, K= Faktor keamanan tali baja.

Maka,

$$S\ izin = \frac{15400}{5{,}5} = 2800 \text{ kg}$$

5. Tegangan tali yang dibebani pada bagian melengkung karena tarikan dan lengkungan

$$\sigma\sum = \frac{\sigma b}{K}$$

dimana: σb = Tegangan patah maksimum tali baja, K= Faktor keamanan tali baja.

Maka,

$$\sigma\sum = \frac{159}{5{,}5} = 28{,}9 \text{ kg}/mm^2$$

6. Luas penampang tali baja

$$F152 = \frac{sb}{\frac{\sigma b}{K} - \frac{d}{Dmin}\left(\frac{E'}{1.5\sqrt{i}}\right)}$$

dimana: s= gaya mmaksimum wire rope, σb = Tegangan patah maksimum tali baja, K= faktor keamanan tali baja, d = jumlah lengkung tali baja pada mesin pengangkut, Dmin = diameter minim puli, i = jumlah kawat E' = modulus elestisitas tali kawat baja = 800.000.

Maka,

$$F152 = \frac{1773}{\frac{1590}{5.5} - \frac{1}{25}\left(\frac{800000}{1.5\sqrt{152}}\right)} = 1{,}22\ cm^2$$

7. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja

$$\sigma t = \frac{Sb}{F152}$$

dimana: Sb= Tegangan tarik maksimum pada tali baja, F= Luas penampang tali baja.

Maka,

$$\sigma t = \frac{1773}{1{,}22} = 1453{,}2 \text{ Kg}/cm^2 = 14{,}53 \text{ kg}/mm^2$$

8. Ditinjau dari ketahanan fatigue

$$\sigma t < \sigma E$$

$$= 0.34 \text{ x } \sigma b$$

$$= 0.34 \text{ x } 200$$

$$= 68 \text{ kg}/mm^2$$

Maka Nilai tegangan tarik yang terjadi < nilai ketahanan fatigue pada beban 3 Ton

$$\sigma t < \sigma E$$

$$14{,}53 \text{ kg}/mm^2 < 68 \text{ kg}/mm^2$$

9. Ditinjau dari kriteria kegagalan

Menurut Chandra (2007), kegagalan lelah dimulai dengan retak yang terjadi pada tarikan. Kegagalan lelah adalah hal yang sangat membahayakan bagi pekerja, karena terjadi tanpa petunjuk awal.

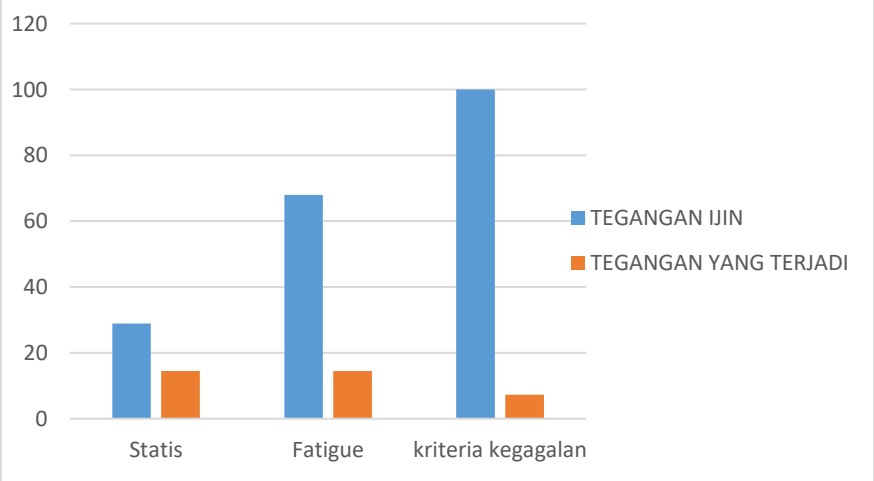
Tegangan geser yang bekerja < Tegangan geser maksimum

$$\tau w < \tau maks$$

$$\frac{1}{2}\sigma t < \frac{\sigma b}{2}$$

$$7.26 \text{ kg}/mm^2 < 100 \text{ kg}/mm^2$$

Untuk memudahkan dalam hal menganalisa suatu perhitungan adalah denganmeyederhanakannya kedalam suatu grafik perbandingan, seperti grafik dibawah ini



Gambar 3 Perbandingan nilai tegangan

Dari Grafik diatas didapat hasil Analisa nilai kekuatan dan keamanan pemakaian wirerope.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa terhadap kekuatan tali dengan menggunakan persamaan 1 sampai 7 diperoleh hasil seperti terlihat pada table

Tabel 1. Hasil analisis

Parameter	Hasil
a. Kapasitas total	3302 kg
b. Tegangan tarik maksimum pada tali	1773 kg
c. Kekuatan putus tali	9753 kg
d. Beban maksimum tali baja yang diizinkan	2800 kg
e. Tegangan pada tali yang dibebani pada bagian melengkung karena tarikan dan lengkungan	28,9 kg/mm^2
f. Luas penampang satu tali baja	1,22 cm^2
g. Tegangan tarik yang terjadi pada tali baja	14,53 kg/mm^2

Tegangan tarik maksimum yang terjadi pada tali baja adalah sebesar S = 1773 kg. Sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar Smax = 2800 kg. Jadi, S = 1773 kg < Smax = 2800 kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa tali baja tersebut aman terhadap beban.

Perbandingan nilai tegangan yang terjadi pada tali baja mulai dari tegangan stasis yang mana tengangan statis yang terjadi =14,54 kg/mm^2 < dari tegangan ijin 28,9 kg/mm^2. Untuk tengangan fatigue tenganagn yang terjadi = 14,52 kg/ mm^2 < tengangan yang diizinkan 68 kg/mm^2. Dan untuk tegangan kriteria kegagalan teganagan yang terjadi 7,26 kg/mm^2 < tengangan izin = 100 kg/mm^2. Oleh karena itu untuk tengangan statis, fatigue, dan kriteria kegagalan aman terhadap beban.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan adalah

1. *Hoist crane* digunankan untuk mengangkat dan memindahkan benda benda berat pada lintasan tertentu.
2. Luas penampang tali baja (*wire rope*) yang digunakan sebagai *wire rope* pada *hoist crane* berdasarkan besar dari tegangan tarik untuk satu tali baja (S) adalah 1,22cm^2.
3. Kekuatan putus tali baja sebenarnya (P) berdasarkan faktor keamanan dengan jenis mekanisme dan kondisi operasi (K) adalah P = 9753 kg

4. Tegangan tarik maksimum yang terjadi pada tali baja adalah sebesar S = 1773 kg. Sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar Smax = 2800 kg. Jadi, S = 1773 kg < Smax = 2800 kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa tali baja tersebut aman terhadap beban.
5. Perbandingan nilai tegangan statis, fatigue,kriteria kegagalan dinyatakan amana kaarena dapat dilihat pada grafik nilai tegangan ijin lebih besar dari tegangan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

Kg, S. K., Zayadi, A., & Hp, C. (2016). Analisis Kekuatan Tali Baja Pada Lift Schindler Kapasitas 1600 Kg. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, *5*(1), 88–95. https://doi.org/10.35894/jtk.v5i1.428

Kholil, ahmad., 2012, "Alat berat", Bandung: PT. Remaja rosdakarya

Rahman. R, L., Gunawan, Y., & Aksar, P. (2021). Desain dan Analisa Tegangan Tarik Maksimum Dan Tegangan Tekan Maksimum Kait (Hook) Pada Overhead Crane. *Enthalpy : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, *6*(3), 120. https://doi.org/10.55679/enthalpy.v6i3.20981

Rudenko. N., 1992, "Mesin PemindaBahan", Jakarta: Penerbit Erlangga

SNI 0076, 2008, "Tali Kawat Baja", hlm: 1, Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI)

Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Kalimantan, U. I., Arsyad, M., & Banjari, A. L. (2021). *Analisa Kekuatan Wirerope Ship Unloader Di. 1083*.

Valta Rio Dwi. (2021). *Analisa Kekuatan Wirerope Ship Unloader Di Pltu Pulang Pisau Skripsi*.

Yogi Saputra, & Hendri Chandra. (2017). *Analisis Kekuatan Tali Baja (Wire Rope) Pada Alat Angkat Gantry Crane Pada Proyek Pembangunan LRT (Light Rail Transit) Zona 5 Palembang*. *Prosiding*(September), 417–421.

Yudha Setiawan, B., Pembimbing, D., Wikarta, A., & Sarjana, P. (2016). *Analisa Distribusi Tegangan Pada Housing Motor Hoist Overhead Crane Grinding Mill Pltu Paiton Dengan Software Berbasis Metode Elemen Hingga*.