

ANALISIS KEKUATAN TALI BAJA (*WIRE ROPE*) PADA ALAT ANGKAT *GANTRY CRANE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN LRT (*LIGHT RAIL TRANSIT*) ZONA 5 PALEMBANG

Yogi Saputra¹, dan Hendri Chandra¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang
E-mail: yogisaputra078@gmail.com
E-mail: hendrichandra09@gmail.com

Abstrak. Jalur perlintasan LRT (*Light rail transit*) dibangun dengan menggunakan *erection girder*. Pengangkatan *erection girder* tersebut menggunakan pesawat angkat *gantry crane*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan dari tali baja (*wire rope*) yang digunakan pada alat angkat tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan cara observasi, survei, tinjauan pustaka, serta perhitungan secara analitis dan evaluasi. Sistem pengangkatan ini menggunakan tali baja (*wire rope*) dengan konstruksi 6 X 36 WS + IWRC berdiameter 51 mm. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa untuk tegangan tarik yang bekerja pada tali baja untuk berat girder 30 ton dan 60 ton masih dalam kondisi aman dikarenakan tegangan yang bekerja $\sigma_t < \sigma_{ijin}$, yaitu $18.571 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$ dan $23.1313 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$.

Kata kunci : *Erection Girder, Gantry Crane, LRT (Light Rail Transit), Tali baja (Wire - Rope)*

I. PENDAHULUAN

Palembang merupakan ibu kota Provinsi Sumatera Selatan. Letak yang strategis membuat Palembang diharuskan memiliki infrastruktur transportasi yang memadai untuk mendukung pergerakan di sektor lalu lintas. Untuk mensukseskan *Asian Games 2018* di Palembang Pemerintah membangun LRT (*Light Rail Transit*) yang dianggap sangat efektif (Kementerian perhubungan, 2016). Dalam proses pembangunannya, kebutuhan alat berat membawa dampak positif karena digunakan sebagai sarana untuk mempermudah dan menjadikan proses tersebut menjadi lebih efisien.

Jalur perlintasan kereta itu sendiri dibangun dengan menggunakan girder yang diangkat dengan menggunakan alat berat gantry crane yang dianggap sangat membantu dikarenakan tidak harus menggunakan area yang luas dan sistem pengangkatan ini menggunakan tali baja (*Wire rope*) dikarenakan salah satu elem yang sangat penting dalam mengangkat dan memindahkan beban yang mampu menahan gaya tarik. Menurut SNI.0076 (2008) Tali baja memiliki pitalan dari 6 atau lebih pilinan kawat baja (*Strandi*), baik yang di lapiasi seng maupun yang tanpa dilapiasi seng. Tali baja (*Wire rope*) dipilih karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan rantai antara lain: lebih ringan, tahan terhadap sentakan, operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi, lebih fleksible sehingga dapat dilengkungkan ke segala arah.

Dalam bidang konstruksi tali baja (*Wire Rope*) harus dipilih yang sangat sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat menghemat biaya. Menurut Chandra dan Yogi (2016) tegangan tarik yang bekerja pada tali baja untuk berat girder 30 ton dan 60 ton masih dalam kondisi aman dikarenakan tegangan yang bekerja $\sigma_t < \sigma_{ijin}$, yaitu $18.571 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$ dan $23.1313 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$. Sehingga menurut penulis masih bisa diganti dengan menggunakan tali baja yang lebih efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan dari tali baja (*wire rope*) tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis tertarik untuk meneliti tentang "Analisis kekuatan tali baja (*wire rope*) pada alat angkat *gantry crane* pada proyek pembangunan LRT (*Light Rail Transit*) zona 5 Palembang".

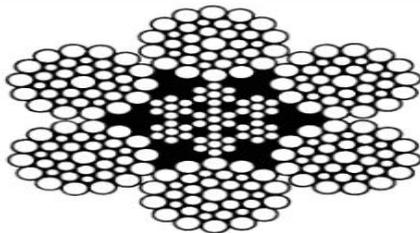
II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian dan bermanfaat untuk mendukung pembuatan laporan berdasarkan data yang diperoleh selama melakukan penelitian tersebut. Penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan LRT (*Light Rail Transit*) dan dilakukan selama 2 bulan. Metode yang dipakai disini adalah dengan cara observasi, Survey, tinjauan pustaka serta perhitungan secara analitis dan evaluasi.

Berikut Merupakan Langkah-langkah Metodologi penelitian:

- Observasi**
Observasi dilakukan melalui kunjungan langsung terhadap proses pembangunan LRT (*Light Rail Transit*) dan mengamati proses pengangkatan dari girder.
- Survey**
Survey dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan selama proses penelitian. Data-data didapat yaitu data teknis dari material/ wire rope
- Tinjauan pustaka**
Tinjauan pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi tambahan yang dibutuhkan untuk melanjutkan penelitian.
- Analisis**
Tahap perhitungan dimulai dari pemilihan jenis tali baja seperti diameter tali, breaking strenght, braking load. Dari tahap ini penulis selanjutnya menganalisis hasil perhitngan tersebut.

6 x 36WS + IWRC



Gambar 1. Penampang tali baja jenis 6 X 36 WS+IWRC

Berikut data *Wire Rope* yang digunakan:

- Jenis *wire rope* : *Ungalvanized Steel Wire Rope*
- Grade : EIPS Grade
- Konstruksi *wire rope* : 6 x 36 WS + IWRC
- Diameter *wire rope* : 2 Inch



Gambar 2. Jenis *Gantry* yang di pakai

Berikut Data Pesawat angkat yang digunakan:

- Jenis pesawat angkat : *Gantry crane*
- Model : *Hoist crane*
- Kapasitas angkat : 120 Ton

- Kecepatan angkut : 0.04 m/Menit
 - Tinggi angkut : 1.20 m
- Tabel 1. Spesifikasi tali baja 6 X 36 WS + IWRC

Nominal diameter (mm)	Weight 100 m (Kg)	Minimum breaking load 1,960 N/mm ²	
		(kN)	(Kg)
42	721.00	1230.00	12500
44	792.00	1350.00	138000
48	942.00	1610.00	164000
51	1064.00	1815.00	185000
52	1110.00	1890.00	193000
56	1280.00	2190.00	223000

Dari tabel yang didapat diatas, maka nilai *breaking strenght*: 200 kg/mm² dan nilai breaking load : 185.000 kg.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini berat muatan yang diangkat adalah 30 ton dan 60 ton.

A. Beban 30 ton

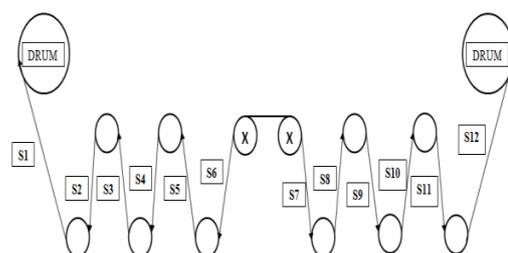
Menurut (Pulungan, 2009) Beban pengangkatan menjadi 10% dari beban semula sehingga berat muatan yang diangkat menjadi:

$$Q_m = Q_0 + (10\% Q_0) = 33000 \text{ kg} \quad (1)$$

Kapasitas angkat total:

$$Q = Q_m + G = 38000 \text{ kg} \quad (2)$$

Diagram lengkung tali baja pada mekanisme ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram lengkung tali baja

$$Q = S1 + S2 + S3 + S4 + S5 + S6 + S7 + S8 + S9 + S10 + S11 + S12$$

Maka tarikan tali maksimum:

$$S = \frac{Q}{n\eta} = 3714.13 \text{ kg} \quad (3)$$

Kekuatan putus tali sebenarnya:

$$P = S.K \quad (4)$$

$$= 22284.8 \text{ kg}$$

Tarikan maksimum tali yang diijinkan:

$$S_{ijin} = \frac{P_b}{K} \quad (5)$$

$$= 30833 \text{ kg}$$

Tegangan tarik yang diijinkan:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_b}{K} \quad (6)$$

$$= 33.3 \text{ kg/mm}^2$$

Luas penampang tali baja:

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} \frac{d}{D_m} \frac{E'}{\sqrt{1.5(i)}}} \quad (7)$$

Atau:

$$\left(\frac{d}{D_{min}} = \frac{1}{35} = 0.029 \right)$$

$$i = 6 \times 36 = 216 \text{ (jumlah wire)}$$

$\frac{d}{D_{min}}$: perbandingan diameter drum dan diameter tali baja dengan jumlah lengkungan 12

Dimana nilai $E' = 800000 \text{ kg/cm}^2$

Maka:

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} \frac{d}{D_m} \frac{E'}{\sqrt{1.5(i)}}} \quad (8)$$

$$= 2 \text{ cm}^2$$

Tegangan tarik yang terjadi adalah:

$$\sigma_t = \frac{S}{A} \quad (9)$$

$$= 18.571 \text{ kg/mm}^2$$

Terlihat bahwa *wire rope* atau tali baja masih sangat aman untuk digunakan karena $S < S_{ijin}$ yaitu : $3714.13 \text{ kg} < 30833 \text{ kg}$ dan $\sigma_t < \sigma_{ijin}$ yaitu : $18.571 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$.

Ditinjau dari ketahanan *fatigue*:

$$\sigma_t < \sigma_E$$

$$= 0.34 \times \sigma_b$$

$$= 0.34 \times 200$$

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

Nilai tegangan tarik yang terjadi < nilai ketahanan *fatigue* pada beban 30 ton

$$= \sigma_t < \sigma_E$$

$$= 18.571 \text{ kg/mm}^2 < 68 \text{ kg/mm}^2$$

Ditinjau dari kriteria kegagalan menurut Chandra (2007), kegagalan lelah dimulai dengan retak (biasanya terdapat pada permukaan bebas) yang terjadi pada tarikan. Kegagalan lelah adalah hal yang sangat membahayakan, karena terjadi tanpa petunjuk awal.

Tegangan geser yang bekerja < Tegangan geser maksimum

$$\tau_w < \tau_{maks}$$

$$\frac{1}{2} \sigma_w < \frac{\sigma_y}{2}$$

$$\frac{1}{2} \sigma_t < \frac{\sigma_b}{2}$$

$$9.286 \text{ kg/mm}^2 < 50 \text{ kg/mm}^2$$

B. Beban 60 ton

Sama halnya dengan pengangkatan beban ada 30 ton menurut (Pulungan, 2009) penambahan beban pengangkatan menjadi 10% dari beban semula sehingga berat muatan yang diangkat menjadi:

$$Q_m = Q_0 + (10\% Q_0) \quad (10)$$

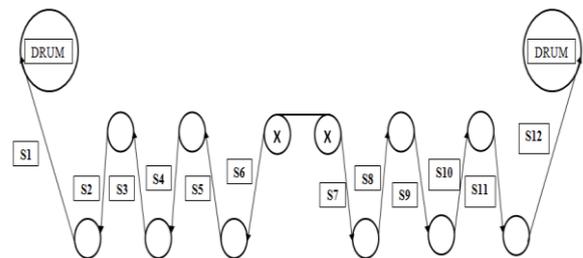
$$= 66000 \text{ kg}$$

Kapasitas angkat total:

$$Q = Q_m + G \quad (11)$$

$$= 71000 \text{ kg}$$

Diagram lengkung tali baja dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram lengkung tali baja

$$Q = S1 + S2 + S3 + S4 + S5 + S6 + S7 + S8 + S9 + S10 + S11 + S12$$

Maka tarikan tali maksimum:

$$S = \frac{Q}{n\eta\eta'} \quad (12)$$

$$= 6940 \text{ kg}$$

Kekuatan putus tali sebenarnya:

$$P = S.K \quad (13)$$

$$= 41640 \text{ kg}$$

Tarikan maksimum tali yang diijinkan:

$$S_{ijin} = \frac{P_b}{K} \quad (14)$$

$$= 30833 \text{ kg}$$

Tegangan tarik yang diijinkan:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_b}{K} \quad (15)$$

$$= 33.3 \text{ kg}$$

Luas penampang tali baja dihitung dengan rumus:

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} \frac{d}{D_m} \frac{E'}{\sqrt{1.5(i)}}} \quad (16)$$

Atau:

$$\left(\frac{d}{D_{min}} = \frac{1}{35} = 0.029 \right) \quad (17)$$

$i = 6 \times 36 = 216$ (jumlah *wire*)

$\frac{d}{D_{min}}$: perbandingan diameter drum dan diameter tali baja dengan jumlah lengkungan 12

Dimana nilai $E' = 800000 \text{ kg/cm}^2$

Maka:

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} \frac{d}{D_m} \frac{E'}{\sqrt{1.5(i)}}} \quad (4)$$

$$= 3 \text{ cm}^2$$

Tegangan tarik yang terjadi adalah:

$$\sigma_t = \frac{S}{A} \quad (4)$$

$$= 23.1313 \text{ kg/mm}^2$$

Terlihat bahwa *wire rope* atau tali baja masih sangat aman untuk digunakan karena $S < S_{ijin}$ yaitu : $6940 \text{ kg} < 30833 \text{ kg}$ dan $\sigma_t < \sigma_{ijin}$ yaitu : $23.1313 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$.

Ditinjau dari ketahanan *fatigue*:

$$= \sigma_t < \sigma_E$$

$$= 0.34 \times \sigma_b$$

$$= 0.34 \times 200$$

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

Nilai tegangan tarik yang terjadi $<$ nilai ketahanan *fatigue* pada beban 60 ton

$$= \sigma_t < \sigma_E$$

$$= 23.1313 \text{ kg/mm}^2 < 68 \text{ kg/mm}^2$$

Ditinjau dari kriteria kegagalan atau kerusakan:

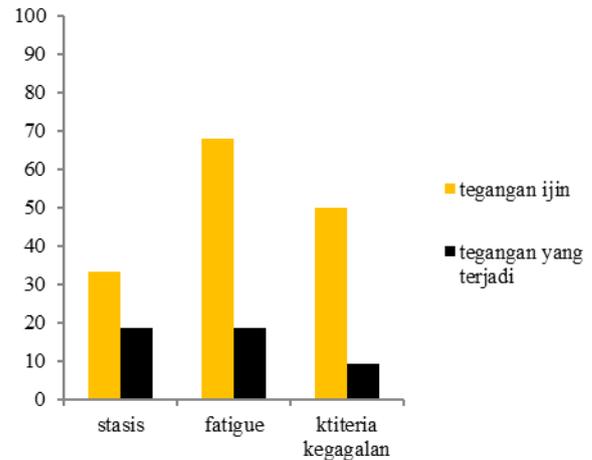
$$\tau_w < \tau_{maks}$$

$$\frac{1}{2} \sigma_w < \sigma_y/2$$

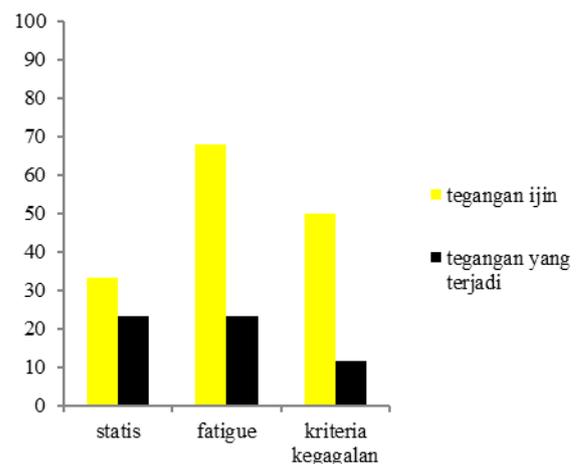
$$\frac{1}{2} \sigma_t < \sigma_b/2$$

$$11.566 \text{ kg/mm}^2 < 50 \text{ kg/mm}^2$$

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan perbandingan antara beban 30 ton dan beban 60 ton.



Gambar 5. Grafik beban 30 ton



Gambar 6. Grafik beban 60 ton

IV. PENUTUP

Karakteristik *wire rope*:

Jenis *wire rope* : *Ungalvanized steel wire rope*
Konstruksi : $6 \times 36 \text{ WS} + \text{IWRC (EIPS grade)}$
Beban patah : 185000 kg
Tegangan patah/ kuat tarik : 200 kg/mm^2
Diameter tali baja : 51 mm

Dari data atau spesifikasi dari *gantry crane* dan tali baja (*wire rope*) yang digunakan, Setelah di hitung Secara analisis maka didapatkan nilai tegangan Pada beban 30 Ton $S < S_{ijin}$ yaitu : $3714.13 \text{ kg} < 30833 \text{ kg}$ dan $\sigma_t < \sigma_{ijin}$ yaitu : $18.571 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$ dan pada Beban 60 ton bernilai $S < S_{ijin}$ yaitu : $6940 \text{ kg} < 30833 \text{ kg}$ dan $\sigma_t < \sigma_{ijin}$ yaitu : $23.1313 \text{ kg/mm}^2 < 33.3 \text{ kg/mm}^2$, Sehingga dari perhitungan Dan membandingkan diagram grafik disetiap beban dapat

disimpulkan bahwa wire rope masih sangat aman

DAFTAR PUSTAKA

Chandra, Hendri., 2007, "Analisis fatigue poros pompa vakum", Palembang : Universitas Sriwijaya.

Kementerian perhubungan, 2016, "Dokumen Per kualifikasi: Per kualifikasi pengadaan badan usaha proyek kerjasama pemerintah dan badan usaha (KPBU) pengelola prasarana kereta api ringan (Light Rail Transit) di Provinsi Sumatera Selatan", hlm: 9, Jakarta: Kementerian perhubungan.

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

Manurung, Fernando., 2009, "Perancangan overhead travelling crane dengan kapasitas angkat 120 TON, dan perhitungan bahan crane pada pembangkit listrik tenaga

air", skripsi tidak di publikasikan, Medan: Universitas Sumatera Utara.

Pulungan, muhammad anhar., 2009, "Perancangan mekanisme spreader gantry crane dengan kapasitas 40 ton dengan tinggi angkat maksimum 41 meter yang dipakai di pelabuhan laut", Skripsi tidak dipublikasikan, Medan : Universitas Sumatera Utara.

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

Veder, hendrik., 2016. *Product catalogue*, Netherlands: Rotterdam office.

http://www.hendrikvedergroup.com/_asset/_public/Hendrik-Veder-Group/Downloads/Product-catalogue-HVG-Norway-AS.pdf (diakses 4 maret 2017)