

PERANCANGAN TALI BAJA (SLING) CRANE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 10 TON

Syamsurrijal RAMDJA
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN

ABSTRAK

PERANCANGAN TALI BAJA (SLING) CRANE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 10 TON. Telah dirancang tali baja (sling) yang digunakan pada pesawat angkat Crane jenis Overhead Travelling Crane, dengan kapasitas angkat 10 ton. Apabila dibandingkan dengan jenis tali yang lain, tali baja mempunyai beberapa keunggulan. Pada perancangan ini, pemilihan jenis tali baja dan faktor keamanan menjadi hal yang utama dengan berdasarkan kepada standar yang berlaku. Dari perancangan yang dibuat, maka didapatkan spesifikasi dan umur tali baja.

Kata kunci: tali baja, faktor ke-amanan

ABSTRACT

THE DESIGN OF STEEL STRING CRANE WITH LIFTING CAPAS/TY 10 TONS. The steel string (sling) used for lift Crane of type of Overhead Travelling Crane, with capacities lifting 10 ton are designed. If compared to other string type, string of steel have some excellence. At this design, election of type of string become primary and the factor of safety become prima facie matter with pursuant to up to date standard. From made of design, is hence got by specification and age of steel string.

Key word: steel string, safety factor.

PENDAHULUAN

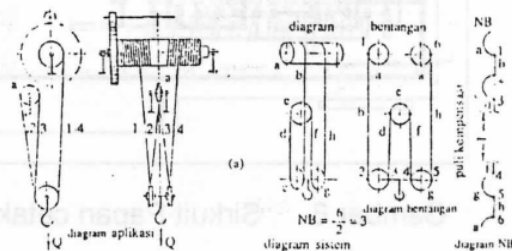
Penggunaan pesawat pengangkat pada industri skala menengah ke atas saat ini, merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindarkan. Pesawat pengangkat dipergunakan untuk memindahkan beban di lapangan atau dalam ruangan pada tempat-tempat penumpukan bahan dan sebagainya.

Dengan pedoman demi efisiensi dan kemudahan proses pekerjaan pada suatu pabrik / plant, penggunaan pesawat pengangkat merupakan suatu keharusan. Salah satu jenis pesawat pengangkat yang sering digunakan pada suatu pabrik/plant dan bengkel besar termasuk pada PLTN adalah jenis Overhead Travelling Crane. Pada perancangan ini Overhead Travelling Crane yang digunakan adalah type double girder.

TEORI

Tali baja (steel wire rope) adalah tali yang dikonstruksi dari kumpulan jalinan serat-serat baja. Mula-mula beberapa serat (steel wire) dipintal hingga jadi satu jalinan (strand), kemudian beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (core), sehingga membentuk tali dengan beberapa type seperti :

- 6 x 19 + 1 fibre core,
- 6 x 19 + seal IWRC
- 6 x 37 + 1
- 6 x 41 fc, dan lain lain



Gambar 1. Sistem pengangkat

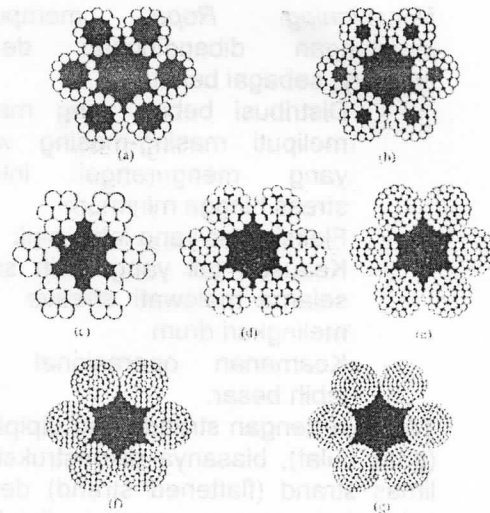
Apabila kita bandingkan antara tali baja dengan rantai maka ada beberapa kelebihan tali baja, antara lain sebagai berikut :

- ringan
- lebih baik terhadap beban terbagi rata
- lebih fleksibel
- kuat terhadap fatigue
- tak cenderung berbelit

Tali baja dibuat dari kawat baja (*steel wire*) dengan *ultimate strenght* $150 \div 160 \text{ kg/mm}^2$. Inti (*core*) dari tali baja terdiri dari serat hemp, asbes atau serat logam lunak. Inti asbes dipakai pada pekerjaan yang berhubungan dengan radiasi panas, misalnya *Crane* yang beroperasi dekat dapur proses, umpamanya pada pabrik pengecoran dan lain-lain.

Seutas tali baja masing-masing mempunyai inti serat manila atau *fiber core* dalam tiap-tiap *strand*. *Independent Wire Rope Centre (IWRC)* dipakai apabila :

- Tali baja disiapkan untuk sentakan yang berlebihan dan beban-beban yang tak terduga.
- Tali baja akan digulung pada drum dalam beberapa peletakan dan di bawah tegangan tinggi yang dapat menyebabkan deformasi.
- Tali baja dicadangkan untuk pemakaian pada temperatur tinggi.
- Tali baja disiapkan untuk terjadi regangan sepanjang jarak jarak tertentu dan mungkin menjadi kusut.
- Tali baja dicadangkan untuk dioperasikan pada udara lembab dan korosif, yang dapat diatasi dengan pelumasan yang sempurna.



Gambar 2. Konstruksi Tali Biasa

Tali baja seperti ini biasanya dioperasikan pada excavator crane besar, keperluan pertambangan, logging dan pengeboran.

Wayar (*wire*) dalam jalinan (*strand*) dan jalinan dalam tali (*rope*) dapat diletakkan dalam dua arah yang berlainan, yaitu :

- pilin kanan (*right lay*)
- pilin kiri (*left lay*)

Selanjutnya kita dapat juga membedakan antara :

- *Regular lay* adalah wayar dipilin satu arah dan *strand* dalam arah yang berlawanan, ini kadang juga disebut *cross lay*
- *Lang lay* adalah wayar dan *strand* dipilin dalam arah yang sama, ini disebut juga *paralel lay*.

Tali *lang lay* berkemungkinan besar untuk melawan arah pilinan dibandingkan dengan *regular lay*. Disamping yang disebutkan di atas ada lagi jenis tali yang disebut *composite* atau *reverse lay rope*, yaitu bila *strand* terbagi dalam dua bagian dengan arah jalinan yang berlawanan.

Perkembangan baru dalam tali disebut *Nonspinning Wire Rope*, yaitu tali dengan konstruksi khusus dari *strand* dan dengan *treatment* yang khusus pula. Selama dioperasikan tidak akan ada tendensi untuk melawan pilinan dibawah tegangan.

Nonspinning Rope mempunyai keuntungan dibandingkan dengan *ordinary*, sebagai berikut :

- Distribusi beban yang merata, meliputi masing-masing wayar yang menguragai internal stress hingga minimum
- Fleksibilitas yang lebih baik
- Keausan tali yang lebih sedikit selama melewati *sheave* atau melingkari drum
- Keamanan operasional yang lebih besar.

Tali baja dengan strand yang dipipihkan (tidak bulat), biasanya dikonstruksi dari limas strand (flattened strand) dengan inti dari wayar yang dipipihkan (flatenned wire core). Tali baja dengan flatenned strand mempunyai bidang kontak yang luas dengan groove dan drum dari pada strand yang bulat. Tali baja tersebut mengalami tegangan yang sangat merata dan kurang efek keausan.

Ukuran ukuran tali adalah sebagai berikut :

- d = diameter tali (mm)
- D = diameter sheave atau drum (mm)
- δ = diameter wire (mm)
- t = jarak antara pitch (mm)

Setiap *wire* dalam lengkungan tali yang dibebani suatu tekanan yang komplit yaitu *tension*, *bending stress*, dan *twisting stress* dikombinasikan dengan dengan tekanan dan gosokan (*rubbing*) timbal balik dari *wire* dan *strand*. Pengalaman menunjukkan bahwa umur tali baja sangat tergantung kapada fatigue (kelelahan)

Umur tali akan sangat tergantung kepada frekwensi pembengkokan dari tali tersebut, jadi dari jumlah pembengkokan (*number of bend*) NB. Number of bend (NB) didefinisikan sebagai jumlah titik-titik pada pulley atau drum sebagai titik tolak datang atau pergi dari tali baja. Titik titik yang dalam satu arah merupakan NB dari pembengkokan tunggal (*single bend*) sedangkan yang dalam dua arah merupakan NB dari pembengkokan berganda (*double bend*).

Bila NB telah ditentukan, maka perbandingan antara diameter pulley

dan diameter tali (D_{min}/d) diberikan pada

Tabel 1. Menentukan NB

NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\frac{D_{min}}{d}$	16	20	23	25	26	28	30	31	32	33	34	35
NB	13	14	15	16								
$\frac{D_{min}}{d}$	36	37	37,5	38								

Untuk menentukan diameter tali baja, digunakan rumus :

$$d = 1,5 \cdot \delta (1)^{\frac{1}{2}} \text{ (mm) (1)}$$

- d = diameter wayar
- i = jumlah wayar dalam tali

Sedangkan untuk menentukan diameter *wire* (wayar) :

$$\delta = \sqrt{\frac{4A}{\pi \cdot i}} \text{ (2)}$$

Tegangan pada tali dalam keadaan berbeban :

$$\begin{aligned} \sum \sigma &= \sigma_b / K \\ &= \frac{S}{A} + \delta \frac{E'}{D_{min}} \text{ (kg/cm}^2 \text{ (3)} \end{aligned}$$

dimana :

- σ_b = Ultimate breaking strenght dari wire (kg/cm)
- K = faktor keamanan dari tali baja,
- S = tegangan tali baja (kg)
- A = luas penampang (cm²)
- E = modulus elastisitas tali = 2,1 . 10⁶ (kg/cm²)
- E' = modulus elastisitas tali

$$\text{dikoreksi} = \frac{3}{8} E . = 800\ 000 \text{ kg/cm}^2$$

Secara umum luas penampang tali baja dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$A = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\min}} \times \frac{E'}{1,5 \cdot i^{\frac{1}{2}}}} \dots\dots (4)$$

S = Tegangan tali mekanisme sistem pulley (kg)
 σ_b = ditetapkan berdasarkan material wire (kg/cm²)
 K = faktor keamanan tali
 $\frac{d}{D_{\min}}$ = ditentukan NB dari sistem pulley
 E' = berdasarkan material wire (kg/cm²)
 i = berdasarkan konstruksi tali baja

Berdasarkan rumus (4) di atas, maka untuk tali baja dengan konstruksi :

$$6 \times 37 = 222 + 1c$$

$$A_{222} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\min}} \times 36000} \dots (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan diameter tali baja

Jenis konstruksi tali baja dipilih/diasumsi adalah A_{222} yang mempunyai inti dengan 6 pelilit dan mempunyai 37 wayar ($6 \times 37 = 222 + 1c$), dengan kekuatan tarik $\sigma_t = 150 \div 160 \text{ kg/mm}^2$.

Diambil $\sigma_t = 160 \text{ kg/mm}^2$

$$\text{Berat total} = Q + G_{\text{Takal}}$$

$$G_{\text{Takal}} = 100 \text{ kg (diambil)}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total} &= 10\,000 + 100 \text{ (kg)} \\ &= 10\,100 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pulley yang digunakan ada 2 buah yang bergerak dan 1 buah pulley tetap, dengan jumlah bagian tali (z) = 4.

Gaya tarik yang terjadi pada satu (1) bagian tali, ditentukan dengan rumus :

$$S = \frac{Q_{\text{total}}}{z \cdot \eta_p} \dots\dots\dots (6)$$

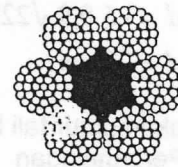
dimana :

$$\begin{aligned} \eta_p &= \text{efisiensi pulley} \\ &= 0,971 \text{ (Tabel. 8 lit 1)} \end{aligned}$$

Sehingga gaya tarik yang terjadi pada satu tali adalah :

$$S = \frac{10100}{4 \cdot 0,971} = 2600 \text{ (kg)}$$

Diameter tali (mm)	Berat per meter (kg)	Beban patah aktual (kg)		
		140/159 (kg/mm ²)	160/179 (kg/mm ²)	180/199 (kg/mm ²)
8,1	0,217	2900	3300	3700
8,7	0,254	3400	3900	4300
9,8	0,321	4300	4900	5500
10,9	0,397	5300	6000	6800
12,0	0,480	6400	7300	8200
14,2	0,670	9000	10200	11500
16,4	0,890	12000	13600	15300
18,6	1,145	15400	17500	19600
20,8	1,430	19200	21900	24500
23,0	1,750	23500	26700	30000
24,1	1,920	25800	29300	32900
26,3	2,280	30700	34900	39100
28,4	2,680	36000	40900	45900
32,8	3,570	47900	54500	61100
37,2	4,585	61500	70000	78500
40,5	5,425	72900	82900	93000



Gambar 3.
Tegangan Tarik Maksimum Jumlah bengkokan tali baja atau *number of bend* (NB) ada 3, sehingga :

$$\frac{D_{\min}}{d} = 23 \dots\dots\dots \text{Tabel 1.}$$

Luas penampang tali baja adalah sebagai berikut :

$$A_{222} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\min}} \times 36000} \quad (\text{cm}^2)$$

$$= \frac{2600}{\frac{1600}{5} - \frac{1}{23} \cdot 36000}$$

$$= 2,09 \text{ cm}^2$$

Diameter 1 lembar wayar adalah :

$$A_{222} = \frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot B \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

δ = diameter wayar
 B = golongan tali baja
 $= 6 \times 37 = 222$

Sehingga :

$$2,09 = \frac{\pi}{4} \cdot \delta^2 \cdot 222$$

$$\delta^2 = \frac{2,09}{\frac{\pi}{4} \cdot 222}$$

$$\delta = 0,009 \text{ cm} \approx 0,9 \text{ mm}$$

Diameter tali baja adalah sebagai berikut :

$$d = 1,5 \delta \cdot \sqrt{i} \dots\dots\dots (8)$$

$$d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{222}$$

$$d \approx 20 \text{ mm}$$

Menentukan umur tali baja
 Perbandingan diameter drum
 dengan diameter tali baja :

$$A = \frac{D}{d} = m \cdot (\sigma \cdot c \cdot c_1 \cdot c_2) \dots\dots (9)$$

dimana :

$$A = \frac{D}{d} = 23$$

m = faktor menentukan umur tali

σ = Tegangan tali baja

$$= \frac{Q}{A_{222}} = 10100 / 2,09$$

$$= 4832 \text{ kg/mm}^2$$

c = faktor konstruksi tali baja

$$= 1,06 \text{ (lit 1 tabel 12)}$$

c_1 = faktor yang tergantung
 pada diameter tali baja
 $= 0,97 \text{ (lit.1 tabel. 13)}$

c_2 = faktor operasi
 $= 1 \text{ (lit. 1 tabel 14)}$

Sehingga didapatkan :

$$m = \frac{A}{\sigma \cdot c \cdot c_1 \cdot c_2}$$

$$= \frac{23}{4832 \cdot 1,06 \cdot 0,97 \cdot 1}$$

$$= 0,42.$$

Umur tali baja didapatkan dari persamaan :

$$N = \frac{Z}{a \cdot z_2 \cdot \beta \cdot \varphi}$$

(bulan)(10)

dimana :

$Z = 50 \cdot 10^3$ untuk $m = 0,42$ lit ..

a = jumlah rerata siklus per
 bulan

$= 1000$ lit tabel.15

$z_2 = \text{NB tali baja} = 3$

β = faktor perubahan beban

$= 0,5$ lit tabel 15

$\varphi = 2,5$ lit ... hal. 60

Sehingga didapatkan :

$$N = \frac{50000}{1000 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 2,5}$$

$$= 13,83 \approx 14 \text{ bulan}$$

KESIMPULAN

1. Tali baja yang digunakan adalah jenis *nonspinning wire rope* dari bahan baja dengan sistem NB = 3
2. Diameter tali baja = 20 mm, diameter wire = 0,9 mm
3. Umur tali baja adalah 14 bulan

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. N. RUDENKO.1997. *Materials Handling Equipmen*.Mir Publisher, Moscow USSR.
- [2]. SYAMSIR, A MUIN,Ir.1990. *Pesawat Pesawat Pengangkat*. Rajawali Press, Jakarta.
- [3]. MOHD. TAIB SUTAN SA'TI.1971. *Buku Polytekni*. Sumur Bandung.
- [4]. J.E DE VRIES.1953.*Pesawat Pesawat Pengangkat*, Penerbit H Stam, Jakarta.