



VERIFIKASI PERHITUNGAN DRUM DAN PULLEY OVERHEAD TRAVELLING CRANE PADA IRADIATOR GAMMA ISG 500

Syamsurrijal Ramdja, Ari Satmoko, Sutomo Budihardjo

PRPN – BATAN, Kawasan Puspiptek, Gedung 71, Lt. 2, Serpong, Tangerang, Banten, 15310,
Telp. (021) 7560896, Faks. (021) 7560928.

ABSTRAK.

VERIFIKASI PERHITUNGAN DRUM DAN PULLEY OVERHEAD TRAVELLING CRANE PADA IRADIATOR GAMMA ISG 500. Telah diverifikasi perhitungan drum dan pulley yang terdapat pada crane untuk memfasilitasi irradiator gamma. Drum adalah suatu perangkat untuk menggulung tali baja sedangkan pulley adalah suatu kepingan yang bundar yang disebut juga disk, yang terbuat dari logam atau non-logam untuk mentransmisikan gerak dan gaya. Diverifikasi perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada drum, diameter dan panjang drum serta gaya tekan yang terjadi pada drum. Demikian juga dengan pulley, diverifikasi perhitungan diameter pulley, ukuran-ukuran cakera serta kekuatan poros pulley. Dari hasil verifikasi akan didapatkan data-data apakah perangkat drum dan pulley tersebut aman untuk digunakan ataukah tidak aman

Kata kunci: drum, pulley, poros, cakera

ABSTRACT

A VERIFICATION CALCULATION OF DRUM AND PULLEY OVERHEAD TRAVELLING CRANE ON GAMMA IRRADIATOR ISG-500. It has been verified the calculation of drum and pulleys on cranes as facility the gamma irradiator ISG-500. Drum is a device for rolling steel ropes while the pulley is a circular pieces called disks, and both of which are made from metal or non-metal to transmit motion and force. It has been verified the calculation of forces on the drum, drum diameter and length, and pressuring force occurred on the drums. Likewise to the pulley, the pulley diameter calculations verification, size of disc and shaft power pulleys. From the verification results, it will be obtained whether the data drums and pulley device are safe or not safe to be used.

Keywords: drums, pulleys, shafts, disc

1. PENDAHULUAN

Fakta menunjukkan bahwa kecenderungan jumlah industri pengguna Iradiator Gamma untuk pengawetan terus meningkat dari waktu ke waktu. Di Indonesia, hal ini tidak lepas dari peranan BATAN dalam memperkenalkan teknologi iradiasi ke masyarakat industri dan juga sambutan positif pihak industri dalam memanfaatkan teknologi iradiasi gamma ini. Untuk dapat memberikan layanan iradiasi terhadap berbagai komoditas industri di setiap daerah di Indonesia, karena itu, cara yang paling tepat adalah daerah memiliki paling tidak satu fasilitas iradiasi gamma. Untuk itu, perlu dirancang suatu iradiator gamma yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan memberikan keuntungan bagi para industri

Sangatlah tepat jika salah satu program utama BATAN dalam menunjang program pemerintah di bidang pangan, yaitu dengan menyiapkan pembangunan fasilitas iradiator gamma untuk pengawetan hasil pertanian. Langkah awal dalam proses penyiapan pembangunan tersebut yaitu dengan menyiapkan dokumen disain dasar iradiator gamma.



Makalah ini berisi kegiatan Verifikasi Perhitungan Drum dan Pulley Overhead Travelling Crane Iradiator Gamma dengan aktifitas 2x250 kCi.

Dalam kegiatan proses pengoperasiannya, fasilitas iradiator gamma selalu dilengkapi dengan Overhead Travelling Crane. Overhead Travelling Crane digunakan untuk mengangkat dan memindahkan benda yang berat seperti sumber beserta kontainernya dan juga untuk kegiatan dan perawatan sehari-hari pada fasilitas iradiator gamma.

Disain dasar rancang bangun iradiator gamma untuk pengawetan hasil pertanian menjadi langkah awal dalam usaha untuk membuka "jalan macet" problematika pendistribusian hasil pangan. Dengan mengandalkan pengalaman, pengetahuan dan hasil rekayasa sendiri, diharapkan biaya pembangunan iradiator gamma ini nantinya akan dapat ditekan.

Drum pada perangkat *Overhead Travelling Crane* adalah suatu perangkat untuk menggulung tali baja. Pulley dalam hal ini merupakan suatu kepingan yang bundar yang disebut juga disk, yang terbuat dari logam atau non-logam

2. TEORI

Drum pada operasional *crane* digunakan untuk mekanisme pengangkatan dalam hal ini menggulung tali baja. Untuk drum yang digerakkan mesin, maka drum dilengkapi dengan alur spiral (*helical groove*), sehingga tali baja akan tergulung secara merata dan mengurangi gesekan, sehingga gesekan berkurang. Pada perhitungan ini, drum memiliki dua alur, yaitu alur spiral kiri dan alur spiral kanan.

Perhitungan diameter drum dapat di cari dengan menggunakan rumus :

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d \quad (1)$$

dimana :

D = diameter drum (tromol)

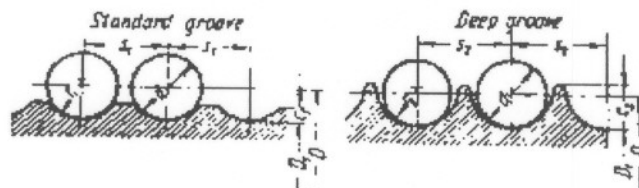
e_1 = faktor type pesawat angkat dan kondisi operasi
= 20 (lit. 1 hal. 51)

e_2 = faktor yang tergantung pada konstruksi tali baja
= 1,00 (lit.1 hal. 50)

d = diameter tali baja
= 1,5 (cm)

Ukuran-ukuran *helical groove* dapat dilihat pada table 1 dibawah ini :

Tabel 1. Dimensi alur pada drum



Rope dia d	r_1	Standard groove		Deep groove			Rope dia d	r_1	Standard groove		Deep groove		
		s_1	c_1	s_2	r_1	r_2			s_1	c_1	s_2	c_1	r_2
4.8	3.5	7	2	9	4.5	1.0	19.5	11.5	22	5	27	13.5	2.0
6.2	4.0	8	2	11	5.5	1.5	24.0	13.5	27	6	31	16.0	2.5
8.7	5.0	11	3	13	6.5	1.5	28.0	15.5	31	8	36	18.0	2.5
11.0	7.0	13	3	17	8.5	1.5	34.5	19.0	38	10	41	22.0	3.0
13.0	8.0	15	4	19	9.5	1.5	39.0	21.0	42	12	50	24.5	3.5
15.0	9.0	17	5	22	11.0	2.0							



Jumlah lilitan tali baja untuk sebelah kiri dan kanan :

$$Z = \left(\frac{H.i}{\pi.D} + 2 \right) \times 2 \quad (2)$$

dimana :

H = tinggi angkat

Z = jumlah lilitan tali baja

Panjang drum didapatkan dari persamaan sebagai berikut :

$$L = \left(\frac{2.H.i}{\pi.D} + 12 \right) . s_1 + l_1 \quad (3)$$

dimana :

s_1 - jarak antar alur

l_1 = jarak antar drum

Tegangan tekan yang terjadi pada drum adalah :

$$\sigma_c = \frac{S}{W . s_1} \quad (4)$$

dimana :

S = Gaya tarik pada tiap tali

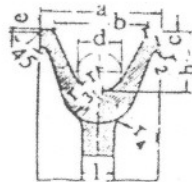
W = Tebal dinding drum

Pulley disebut juga kerek (katrol) yaitu cakera yang dipinggir dibuat alur (groove) untuk tempat tali baja atau rantai untuk mentransmisikan gerak dan gaya. Material pulley dapat dibuat dari bahan logam maupun non-logam. Pulley terdiri dari 2 macam, yaitu :

- Pulley tetap (fixed pulley)
- Pulley bergerak (movable pulley)

Pulley tetap adalah pulley yang terdiri dari cakera dan rantai atau tali baja yang dilingkarkan pada alur pada bagian atasnya yang salah satunya digantungi beban sedangkan ujung lainnya ditahan atau ditarik.

Tabel 2. Ukuran-ukuran Pulley



Diameter tali (d)	a	b	c	e	h	i	r	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
4.8	22	15	5	0.5	12.5	8	4.0	2.5	2.0	8	6
6.2	22	15	5	0.5	12.5	8	4.0	2.5	2.0	8	6
8.7	28	20	6	1.0	15.0	8	5.0	3.0	2.5	9	6
11.0	40	30	7	1.0	25.0	10	8.5	4.0	3.0	12	8
13.0	40	30	7	1.0	25.0	10	8.5	4.0	3.0	12	8
15.0	40	30	7	1.0	25.0	10	8.5	4.0	3.0	12	8
19.5	55	40	10	1.5	30.9	15	12.0	5.0	5.0	17	10
21.0	65	50	10	1.5	37.5	18	14.5	5.0	5.0	20	15
28.0	80	60	12	2.0	45.0	20	17.0	6.0	7.0	25	15
34.5	90	70	15	2.0	55.0	22	20.0	7.0	8.0	28	20
39.0	110	85	18	2.0	65.0	22	25.0	9.0	10.0	40	30



Pulley bergerak mempunyai cakera yang bebas pada poros yang bebas pula. Tali baja dilingkarkan pada alur (*groove*) bagian bawah, Salah satu ujung tali baja diikat tetap, sedangkan ujung yang lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan. Beban digantung pada kait (*hook*) yang tergantung pada poros.

Kecepatan keliling didapatkan dari persamaan :

$$C = 2.V \quad (5)$$

dimana :

V = kecepatan angkat

Tekanan bidang yang terjadi :

$$p = \frac{Q}{2.l.d} \quad (6)$$

dimana :

l = panjang poros

Momen lengkung yang terjadi adalah :

$$M_b = \frac{Q}{2}.x - \frac{Q}{2}.(x - 4) \quad (\text{kg-cm}) \quad (7)$$

Tegangan lengkung yang terjadi adalah :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{\left(\frac{\pi}{32}\right).d^3} \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Drum pada pesawat angkat berfungsi untuk menggulung tali baja pada waktu mengangkat atau menurunkan material / beban. Pada umumnya drum dibuat dari besi tuang (*cast-iron*).

Untuk mengatur tali baja pada drum, dibuat alur-alur (*groove*).

Diameter drum (D) didapat dari persamaan :

$$D \geq e_1 . e_2 . d$$

dimana :

D = diameter drum (tromol)

e_1 = faktor type pesawat angkat dan kondisi operasi
= 20 (lit ... table 9)

e_2 = faktor yang tergantung pada konstruksi tali baja
= 1,00 (lit ... table 10)

d = diameter tali baja
= 1,5 (cm)

Sehingga didapatkan :

$$D \geq 20 . 1. . 1,5 \\ = 300 \text{ mm}$$

Diameter pulley pembawa beban adalah :

$$D = 0,6 . D \\ = 0,6 . 300 \text{ mm} \\ = 180 \text{ mm} \quad (9)$$

Dari table 1, didapatkan ukuran-ukuran dari *groove* (alur) adalah sebagai berikut :

Untuk $d = 15 \text{ mm}$ jenis standart *groove*, didapatkan data :

$$r_1 = 9 \text{ mm}, \quad s_1 = 17 \text{ mm}, \quad c_1 = 5 \text{ mm}$$

Jumlah lilitan tali baja untuk sebelah kiri dan kanan :

$$Z = \left(\frac{H.i}{\pi.D} + 2 \right) x 2 \quad (10)$$



dimana :

$$H = \text{tinggi angkat} = 3 \text{ m}$$

$$i = \frac{z}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$D = 0,3 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan :

$$Z = \left(\frac{3.2}{\pi.0,3} + 2 \right) \times 2$$
$$= 17 \text{ buah lilitan}$$

Panjang drum didapatkan dari persamaan sebagai berikut :

$$L = \left(\frac{2.H.i}{\pi.D} + 12 \right) \cdot s_1 + l_1 \quad (11)$$

dimana :

$$s_1 = \text{jarak antar alur} = 17 \text{ mm}$$

$$l_1 = \text{jarak antar drum} = 100 \text{ mm}$$

Sehingga didapatkan =

$$L = \left(\frac{2.3.2}{\pi.0,3} + 12 \right) \cdot 0.017 + 0,1$$
$$= 0,52 \text{ m}$$

Tebal dinding drum di kalkulasi dengan rumus :

$$W = 0,02.D + 0,6 \quad (\text{cm})$$
$$= 0,2 \text{ cm}$$

Bahan drum adalah besi tuang (*cast iron*) dengan tegangan tekan izin

$$\sigma_c = 1000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (lit. 1 halaman 92)}$$

Tegangan tekan yang terjadi adalah :

$$\sigma_c = \frac{S}{W \cdot s_1} \quad (12)$$
$$= \frac{1571}{1,2 \times 1,7} = 769,8 \text{ kg/cm}^2$$

Ternyata $\sigma_c < \sigma_c$, maka drum adalah aman untuk menggulung tali baja.

Perhitungan pulley.

Pada perhitungan ini terdapat 2 buah pulley pembawa beban dan satu buah pulley tetap. Bahan pulley diambil dari besi tuang kelabu menurut DIN 1691.GG.14 dengan kekuatan tarik $\sigma_t = 18 \text{ kg/mm}^2$.

Ukuran pulley diambil berdasarkan dari table 2. Untuk ukuran diameter tali baja 15 mm diperoleh ukuran-ukuran pulley sebagai berikut :

a = 40 mm	h = 25 mm	r = 8,5 mm
b = 30 mm	l = 10 mm	r ₁ = 4 mm
c = 7 mm	r ₂ = 3 mm	r ₃ = 12 mm

Perhitungan poros pulley

Poros pulley dihitung berdasarkan kecepatan angkat (V) dan tekanan bidang antara pulley dan poros (p).



Kecepatan keliling didapatkan dari persamaan :

$$C = 2.V \quad (13)$$

dimana :

$$V = \text{kecepatan angkat} = 4,5 \text{ m/menit (ditetapkan)}$$

Sehingga $C = 2 \cdot 4,5 \text{ m/menit} = 9 \text{ m/menit}$

$$C = 0,15 \text{ m /detik}$$

Untuk harga $C = 0,15 \text{ m/detik}$, dari lit. 1 halaman 87 didapatkan besar tekanan bidang yang diizinkan $p = 72,5 \text{ kg/cm}^2$

Tekanan bidang yang terjadi :

$$p = \frac{Q}{2.l.d} \quad (14)$$

dimana :

$$\begin{aligned} l &= \text{panjang poros} \\ &= (1,5 - 1,8) \text{ dp} \\ &= 1,55 \text{ (ditetapkan)} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$p = \frac{6000}{2.(1,55).dp}$$

$$dp = 5,12 \text{ cm}$$

Diameter poros pulley diambil = 5 cm

Perhitungan kekuatan poros pulley :

Bahan poros pulley diambil dari bahan St . 50.11 dengan kekuatan tarik $\sigma_t = 5000 \text{ kg/cm}^2$ dari DIN 1611

Tegangan tarik izin adalah :

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{\sigma_t}{F_s} = \frac{5000}{6} \\ &= 833,33 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan lengkung izin untuk beban berulang-ulang adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_b &= 0,81x\sigma_t \\ &= 0,81 \cdot 833,33 \\ &= 675 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \quad (15)$$

Momen Lengkung yang terjadi adalah :

$$M_b = \frac{Q}{2}.x - \frac{Q}{2}.(x - 4) \text{ (kg-cm)} \quad (16)$$

Untuk $x = \frac{l}{2}$, maka :

$$\begin{aligned} M_b &= \frac{Q}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{Q}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} - 4\right) \\ &= \frac{Q}{2}x4 \\ &= 12000 \text{ kg-cm} \end{aligned}$$

Tegangan lengkung yang terjadi adalah :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{\left(\frac{\pi}{32}\right).d^3} \quad (17)$$



$$= \frac{12000}{\left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot (7)^3} = 357,53 \text{ kg/cm}^2$$

Ternyata $\sigma_b < \sigma_b$, maka poros pulley aman digunakan

4. KESIMPULAN.

Dari hasil verifikasi perhitungan yang telah dilakukan pada drum dan pulley didapatkan bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sistem drum dan pulley masih berada dibawah gaya maksimum yang diizinkan

5. DAFTAR PUSTAKA

1. A, SUNTORO., Desain Dasar Sistem Mekanik, Elektrik, Instrumentasi & Kendali Iradiator Gamma Untuk Pengawetan Hasil Pertanian. Proposal Bolck-grant Diknas BATAN. (2009)
2. N. RUDENKO, Materials Handling Equipment, Mir Publisher. Moscow (1964).
3. GUSTAV NEIMANN, Machine Element Design and Calculation in Mechanical Engineering., Volume I and II . Penerbit Springer Verlag. New York (1978).
4. M. MOVNIN, D. GOLTZIKER. Machine Design. Mir Publisher. Moscow. (1975)
5. TIMOSHENKO, S. Strengh of Materials Part I and II. Kreiger Publisher Inc. New York. (1978)
6. SULARSO. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Pradnya Paramitha. Jkt (1985)