

## PERANCANGAN KAIT (HOOK) DENGAN KAPASITAS ANGKAT 10 TON

SYAMSURRIJAL RAMDJA

Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN

### ABSTRAK

*PERANCANGAN KAIT (HOOK) DENGAN KAPASITAS ANGKAT 10 TON.* Telah dilakukan perancangan kait dengan kapasitas angkat 10 ton yang digunakan pada Kren (Crane). Perancangan berdasarkan standar yang berlaku dan dengan faktor keamanan yang konservatif. Pemeriksaan kekuatan bahan dilakukan pada penampang yang paling kritis yaitu tegangan tarik pada penampang yang terkecil. Bantalan yang digunakan adalah jenis bantalan peluru aksial. Pemilihan dan perhitungan juga dilakukan untuk gantungan kait, pemikul kait dan mur serta sackel.

*Kata kunci :* kait, penampang kritis, kekuatan bahan

### 1. PENDAHULUAN

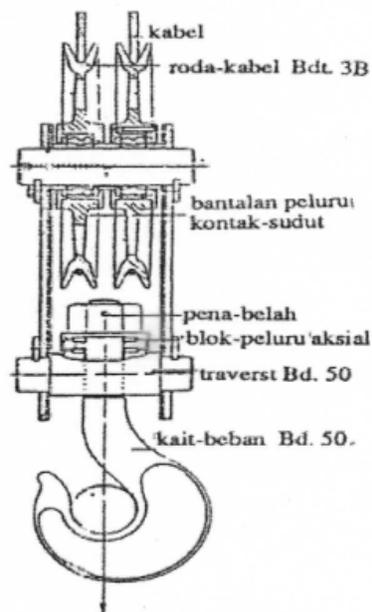
Dalam melaksanakan tugas dan pekerjaan serta kegiatan sehari-hari, diusahakan untuk dapat bekerja dengan cara yang efisien atau se-ringan mungkin. Apabila beban yang diangkat berat, maka dipakai alat bantu guna memperingan beban pekerjaan tersebut. Alat bantu yang dapat digunakan untuk mengangkat dan memindahkan beban yang berat dari suatu tempat ke tempat yang lain adalah Pesawat Angkat (*"Materials Handling Equipment"*).

Pesawat angkat adalah suatu alat atau seperangkat alat yang berfungsi untuk memindahkan benda atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain dalam jarak yang relatif dekat.

Pada perancangan ini yang akan dirancang adalah kait (*hook*) yang terdapat pada salah satu kelompok *hoisting equipment* yaitu Kran (*Crane*).

Kait adalah suatu peralatan pada pesawat angkat yang digunakan untuk memegang material yang akan diangkat atau dipindahkan. Seperti telah diketahui bahwa kait dipergunakan untuk memegang atau menggantung beban, terdiri dari dua jenis, yaitu :

- a. Kait tunggal (*single hook*)
- b. Kait ganda (*double hook*)



Gambar 1. Kait tunggal

### 2. DASAR TEORI

Kait yang digunakan adalah jenis kait tunggal. Adapun ukuran-ukurannya ditentukan dengan Normalisasi 661 (N-661) untuk beban lebih kecil atau sama dengan 10 ton. Bahan yang digunakan adalah St-C 25. dengan kekuatan tarik  $41 \text{ kg/mm}^2$ .

Pemeriksaan dilakukan pada penampang yang paling berbahaya yaitu pemeriksaan tegangan tarik pada

penampang yang terkecil. Tegangan tarik yang diizinkan adalah sebagai berikut :

$$\sigma_i = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} \dots\dots\dots(1)$$

Bila  $\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = A$ , maka :

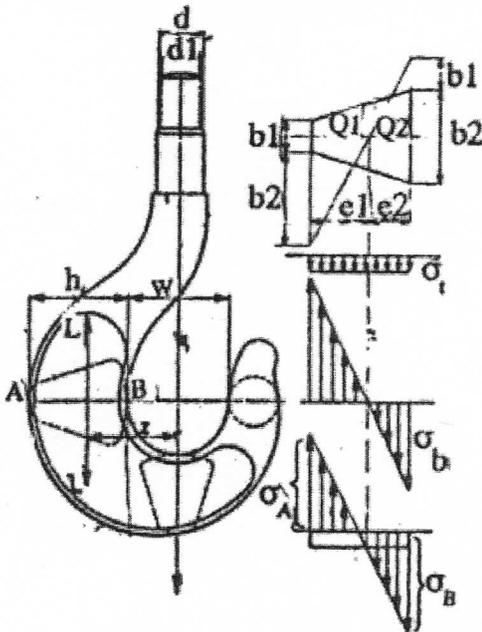
$$\sigma_i = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Tegangan unit (*unit stress*) yang terjadi pada *sadle hook* dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$\sigma = \frac{Q}{F} + \frac{M}{Er} + \frac{M}{F \cdot r} \cdot \frac{y}{x(y+r)} \dots\dots\dots(3)$$

Momen bengkok diasumsikan menjadi positif bila menyebabkan lengkungan kait mengecil. Bila beban bertendensi untuk membuka kait, maka momen adalah negative, sehingga :

$$M = -Q \cdot r = -Q(0,5 + 1_1) \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 2. Titik berat dan Penampang

Titik berat dan penampang kritis ditentukan secara grafis seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara geometris  $e_2$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{e_2}{h} = \frac{b_2 + \frac{1}{2}b_1}{1\frac{1}{2}(b_2 + b_1)}$$

$$e_2 = \frac{h b_1 + 2b_2}{3 b_1 + b_2} \dots\dots\dots(5)$$

Sedangkan  $e_1$  didapatkan dari rumus :

$$\frac{e_1}{h} = \frac{b_1 + \frac{1}{2}b_2}{1\frac{1}{2}(b_1 + b_2)}$$

$$e_1 = \frac{h 2b_1 + b_2}{3 b_1 + b_2} \dots\dots\dots(6)$$

Luas penampang berbentuk trapesium :

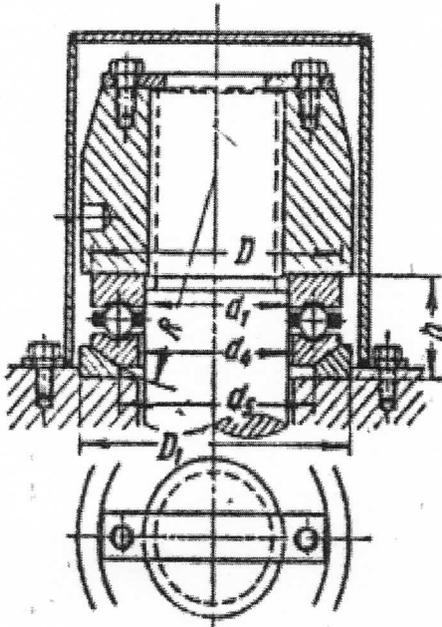
$$A = \frac{h}{2}(b_1 + b_2) \dots\dots\dots(7)$$

Tegangan tekan yang dialami ulir trapezium pada mur kait adalah sebagai berikut :

$$\sigma_p = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(d_0^2 - d_i^2) \frac{H}{h}} \dots\dots\dots(8)$$

Bantalan aksial (bantalan peluru), memungkinkan kait yang sedang dibebani bergerak dengan mudah dalam menanggapi beban berat. Bantalan yang terpasang pada gantungan kait, menyokong mur kait. Rancangan yang baik adalah bantalan dengan peletakan khusus dengan gelang dudukan (*setting ring*) berbentuk bola sehingga tidak memerlukan suatu permukaan berbentuk

bola pada gantungan kait (*crosspiece*). Ceruk (alur) pada gelang dudukan dalamnya 3 s/d 10 mm tergantung pada ukuran bantalan. Bantalan tertutup dalam suatu rumah yang melindunginya dari debu dan kelembaban.



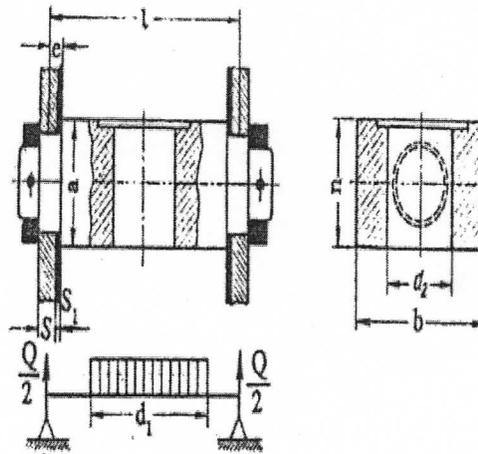
Gambar 3. Bantalan peluru aksial

Gantungan kait dipasang pada plat samping dari *casing* dan biasanya diperkuat dengan plat dari baja. Hal ini memungkinkan kait berputar dalam dua arah yang saling tegak lurus satu sama lain. Gantungan kait ditempa dari baja dan dilengkapi dengan penahan yang berputar pada kedua sisinya.

Momen lengkung maksimum :

$$M_{l_{maks}} = \frac{1}{2} Q \cdot \frac{1}{2} l - \frac{1}{2} Q \cdot \frac{1}{4} d_1$$

$$M_{l_{maks}} = \frac{1}{4} Q (l - \frac{1}{2} d_1) \dots \dots \dots (9)$$



Gambar 4. Gantungan kait

Momen tahanan (perlawanan lengkung) :

$$W = \frac{1}{6} (b - d_1) \cdot h^2 \dots \dots \dots (10)$$

Dalam perhitungan kekuatan *schakle* persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Penampang A<sub>1</sub> – B<sub>1</sub> :

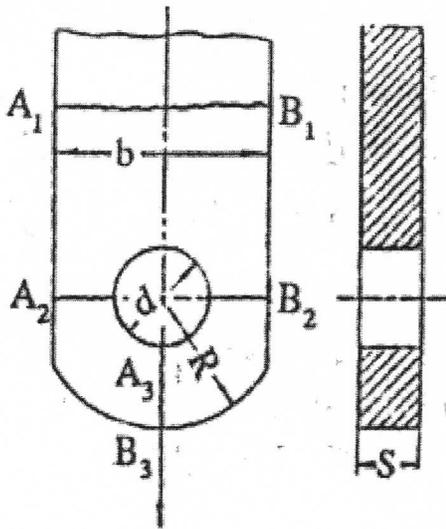
$$\sigma_t = \frac{Q}{2 \cdot b \cdot s} \dots \dots \dots (11)$$

Penampang A<sub>2</sub> – B<sub>2</sub> :

$$\sigma_t = \frac{Q}{2 \cdot (b - d) \cdot s} \dots \dots \dots (12)$$

Penampang A<sub>3</sub> – B<sub>3</sub> dengan rumus *Lame'* :

$$P = \frac{Q}{2 \cdot d \cdot s} \dots \dots \dots (13)$$



Gambar 5. Schakle

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk penampang mendatar A - B :  
Dari Normalisasi 661, didapatkan :

$$h = r1 = 130 \text{ mm} \quad o = b_2 = 110 \text{ mm}$$

$$p = b_1 = 40 \text{ mm} \quad a = w = 120 \text{ mm}$$

Luas penampang A :

$$F = 0.5 \cdot h \cdot (b_1 + b_2) \quad (\text{cm}^2)$$

$$= 97,5 \text{ cm}^2$$

Momen Inersia terhadap penampang A - B :

$$I = \frac{h^3}{36} \cdot \frac{(b_1 + b_2)^2 + 2 \cdot b_1 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \quad (\text{cm}^4)$$

$$I = 1273 \text{ cm}^4$$

Jarak titik berat penampang A - B ke titik A :

$$e_1 = \frac{b_1 + 2 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \cdot \frac{h}{3} \quad (\text{cm})$$

$$e_1 = 7,5 \text{ cm}$$

Jarak titik berat penampang A - B ke titik B :

$$e_2 = \frac{2 \cdot b_1 + b_2}{b_1 + b_2} \cdot \frac{h}{3} \quad (\text{cm})$$

$$e_2 = 5,5 \text{ cm}$$

Momen lengkung pada penampang A - B :

$$M_b = Q \cdot z \quad (\text{kg-cm})$$

$$z = \frac{w}{2} + e_2 = 11,5$$

$$M_b = 6000 \cdot 11,5$$

$$= 69\,000 \text{ kg-cm}$$

Tegangan tekan maksimum di titik A :

$$\sigma_{c,A} = \frac{Q}{F} - \frac{M_b \cdot e_1}{I} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\sigma_{c,A} = -345,38 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tarik maksimum di titik B :

$$\sigma_{t,B} = \frac{Q}{F} + \frac{M_b \cdot e_2}{I} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\sigma_{t,B} = 360 \text{ kg/cm}^2$$

Bahan kait adalah St-C 25 dengan  
 $\sigma_{t \text{ maks}} = 41 \text{ kg/mm}^2$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_{t,maks}}{F_s}$$

$F_s$  = faktor keamanan = 6

$$\sigma_t = \frac{4100}{6} = 683,3 \text{ kg/cm}^2$$

Sehingga  $\sigma_t A < \sigma_t$  dan  $\sigma_t B < \sigma_t$ , maka kekuatan kait pada daerah kritis, aman.

#### Untuk penampang tegak :

Dari Normalisasi 661, didapatkan :

$$r_1 = h = 115 \text{ mm}$$

$$p = b_1 = 50 \text{ mm}$$

$$o = b_2 = 85 \text{ mm}$$

Luas rata-rata penampang tegak :

$$A = \frac{h(b_1 + b_2)}{2} \quad (\text{cm}^2)$$

$$A = 77.63 \text{ cm}^2$$

Tegangan geser yang terjadi :

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

$$= 128,82 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan geser izin :

$$\tau_i = 0,6 \cdot \sigma_t \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$= 0,6 \cdot 683,3$$

$$= 410 \text{ kg/cm}^2$$

Sehingga didapatkan hasil  $\tau < \tau_i$ , dengan demikian beban tegangan geser, aman.

Mur untuk kait menggunakan ulir trapezium. Ukuran dasar untuk batang kait berdasarkan pada :

$$w = 0,25 \cdot d_1$$

dimana  $w$  = dia. mulut kait = 120 mm

$$d_1 = \text{dia. inti ulir} = \frac{12}{2,5} = 4,6 \text{ cm}$$

Menurut N336, didapatkan ukuran-ukuran utama ulir trapesium adalah :

$$d_1 = \text{dia. inti ulir} = 46,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = \text{dia. luar ulir} = 56 \text{ mm}$$

$$h = \text{pitch ulir} = 9 \text{ mm}$$

$$\alpha = \text{kemiringan ulir} = 30^\circ$$

Tegangan tarik yang terjadi pada mur kait adalah :

$$\sigma_t = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 10000}{\pi \cdot (4,65)^2} \text{ kg/cm}^2$$

$$= 592,86 \text{ kg/cm}^2$$

Didapatkan  $\sigma_t < \sigma_t$ , sehingga mur kait yang digunakan aman.

Tinggi minimum ulir tangkai kait :

$$H = \frac{4 \cdot Q \cdot h}{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot p}$$

$$= \frac{4 \cdot 10000 \cdot 0,9}{\pi \cdot (5,6^2 - 4,65^2) \cdot 300}$$

$$= 2,35 \text{ cm}$$

Dari ketentuan  $H = (0,8 \div 1,0) \cdot d_2$

Diambil  $H = 5 \text{ cm}$

Agar kait dapat bergerak dengan bebas terhadap benda lintang (*cross-piece*), maka digunakan bantalan tekan (*thrust bearing*).

Dari lampiran 1 kita dapatkan ukuran-ukuran utama bantalan tersebut :

$$d_1 = 70 \text{ mm}$$

$$D = 130 \text{ mm}$$

$$H = 44 \text{ mm}$$

Pemikul kait dipasang pada dua buah plat pendukung (*shackle*) seperti yang terdapat pada gambar 4.

Besar beban lengkung maksimum ialah :

$$M_{maks} = \frac{Q}{4}(l - 0,5d_1)$$

$$= \frac{10000}{4}(20 - 0,5(11,5))$$

$$= 35625 \text{ kg-cm}$$

Besar momen perlawanan lengkung ialah :

$$W_b = \frac{(b - d_1).h^2}{6}$$

$$= \frac{(15 - 11,5).7^2}{6}$$

$$= 28,6 \text{ cm}^3$$

Tegangan lengkung yang terjadi ialah :

$$\sigma_b = \frac{M_{maks}}{W_b}$$

$$= \frac{35625}{28,6}$$

$$= 1245,63 \text{ kg/cm}^2$$

Bahan pemikul kait adalah St-60 dengan tegangan tarik maksimum  $\sigma_t = 6000 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan tarik izin :

$$\sigma_{ti} = \frac{\sigma_t}{F_s}$$

$$= \frac{10000}{6}$$

$$= 1667 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan lengkung izin :

$$\sigma_{bi} = 0.81.\sigma_{ti}$$

Didapatkan hasil bahwa,  $\sigma_b < \sigma_{bi}$

Perancangan sakel :

Sakel berfungsi sebagai penumpu kait, pemikul kait dan pulley pembawa beban. Pada sakel ini terdapat beberapa daerah kritis yang perlu diperhatikan terhadap adanya tegangan.

Ukuran - ukuran yang direncanakan (N661) adalah sebagai berikut :

- d = dia. poros pemikul kait = 70 mm
- s = tebal sakel = 40 mm
- b = lebar sakel = 150 mm.

Pemeriksaan tegangan :

- Pada penampang A<sub>1</sub> - B<sub>1</sub> :

$$\sigma_t = \frac{Q}{2.b.s} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$= \frac{10000}{2.15.4}$$

$$= 83,3 \text{ kg/cm}^2$$

- Pada penampang A<sub>2</sub> - B<sub>2</sub> :

$$\sigma_t = \frac{Q}{2.(b - d).s} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$= \frac{10000}{2.(15 - 6).4}$$

$$= 138,89 \text{ kg/cm}^2$$

- Pada penampang A<sub>3</sub> - B<sub>3</sub> :

$$\sigma_t = \frac{Q}{2.d.s} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$= \frac{10000}{2.6.4}$$

$$= 208,33 \text{ kg/cm}^2$$

Bahan sakel adalah St-37 dengan kekuatan tegangan tarik = 37 kg per mm<sup>2</sup>.

Tegangan tarik izinnya adalah :

$$\sigma_{ti} = \frac{\sigma_t}{f_s}$$

$$= \frac{3700}{6}$$

$$= 616,67 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa  $\sigma_t < \sigma_{ti}$ , maka kekuatan sakel adalah aman.

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan perancangan diatas, pada daerah kritis kait penampang mendatar A – B :

$$\sigma_c A = -345,38 \text{ kg/cm}^2, \quad \sigma_t B = 360 \text{ kg/cm}^2$$

bahwa  $\sigma_c A < \sigma_t$  dan  $\sigma_t B < \sigma_t$ , maka dapat disimpulkan kekuatan kait pada daerah kritis, adalah aman.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. N.RUDENKO, *Material Handling Equipment* Mir Publisher, Moscow, 1968.
2. Ir. SYAMSIR A. MUIN, *Pesawat-pesawat Pengangkat*, Rajawali Press Jakarta, 1987
3. MOHD, TAIB SUTAN S, *Buku Polyteknik* Sumur Bandung, 1971.
4. SKF, *Ball and Roller Bearing*, Cataloue No. 241 E
5. TIMOSHENKO S, *Strength of Material Part I dan II*, Kreiger Publishing Co. Inc. New York, 1976
6. SULARSO, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta, 1985

LAMPIRAN 1

**PANITIA UTAMA UNTUK NORMALISASI DI NEGERI BELANDA**

jenis A  
dengan tangkai pendek

jenis B  
dengan tangkai panjang

P = beban angkat yang dibolehkan dalam ton (1000 kg), serta pula ukuran nominal dari kait-kait<sup>1)</sup>

a = lebar mulut  
b = lubang mulut  
d = garis tengah tangkai  
dk = garis tengah teras minimum dari ulir skrup dari tangkai  
G = bobot yang diperhitungkan dalam kg (kira-kira)

P	UKURAN-UKURAN DALAM mm																											
	a	b	d	dk	e	f	g	h	k	L1	L2	m	n	o	p	r1	r2	s	t	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	G	
																											Jenis	A
10	120	95	80	56,5	29	95	250	10	175	430	600	15	35	110	40	130	115	85	50	175	140	90	230	20	15	20	47	54
15	140	115	95	65	52	105	300	10	200	510	690	20	35	130	50	150	130	100	60	200	165	130	290	20	15	25	75	85
20	160	130	110	74,5	61	120	345	10	230	585	800	20	45	145	60	170	150	115	70	230	185	160	330	20	20	30	112	128
25	180	145	120	82,5	54	135	375	15	255	650	895	25	45	160	65	190	165	125	80	255	210	150	340	30	20	30	145	167
30	200	160	125	89	48	150	400	20	280	700	1000	25	50	175	70	205	180	140	85	280	230	140	350	30	25	40	185	214
40	220	180	135	101	68	165	450	20	310	780	1050	30	55	200	80	230	200	155	95	310	255	160	420	30	25	40	260	290
50	240	195	150	112	68	180	490	20	340	840	1100	35	60	220	90	255	220	170	105	340	280	160	450	40	30	40	340	376

1) Untuk muatan percobaan, kait dapat dimusti lebih 50%  
Bahan Baja: Bd. K 25 menurut N 702. Baja untuk memumikan, pada mana ditetapkan syarat-syarat kimia: kadar zat arang 0,25% kadar maksimum belerang 0,04% (fosfor 0,04% belerang + fosfor 0,07%, mangan 0,8% silisium 0,35%; keteguhan tarik 41 (46)-49(54) kg/mm<sup>2</sup>, batas lower minimum 24 (28) kg/mm<sup>2</sup>, regangan minimum 27(24)%. Angka-angka memakai tanda kurung berlaku untuk bahan yang dimumikan.  
Perhatian-perhatian: Kait-kait harus dipijarkan baik. Hal memijarkan terjadi dengan jalan memanaskan kait dalam tungku (lihat N 707§ 15,3) selama 30 menit pada suhu 900° C. Pendinginan berikutnya terjadi dengan udara (terhindar dari angin) dan sodapat-depatnya di luar tungku.

PAKAILAH LEMBARAN INI DENGAN N 294, N 660, N 663 DAN N 664

PENUNJUKAN DAGANG UNTUK KAIT TUNGGAL JENIS A UNTUK P = 10 ton:	N 661-A-10
<b>ALAT-ALAT BAGIAN PESAWAT ANGKAT</b> LEBIH KHUSUS DITUJUKAN UNTUK PEMAKAIAN DI DARATAN KAIT-KAIT TUNGGAL (DIKERJAKAN AWAL)	<b>N 661</b>
	I.I.D.: 621.86