



VERIFIKASI PERHITUNGAN PERANGKAT HOOK (KAIT) OVERHEAD TRAVELLING CRANE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 25 TON PADA PABRIK ELEMEN BAKAR NUKLIR

Syamsurrijal Ramdja dan Petrus Zacharias

PRPN – BATAN, Kawasan Puspiptek, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

VERIFIKASI PERHITUNGAN PERANGKAT HOOK (KAIT) OVERHEAD TRAVELLING CRANE DENGAN KAPASITAS ANGKAT 25 TON PADA PABRIK ELEMEN BAKAR NUKLIR. Telah dilakukan verifikasi perhitungan perangkat Hook (Kait) Overhead Traveling Crane dengan kapasitas angkat 25 ton yang digunakan pada pabrik elemen bakar nuklir. Verifikasi perhitungan ialah pemeriksaan tentang kebenaran atau kecocokan suatu data ukuran dan dimensi standart yang dipakai dan apakah bahan yang digunakan masih aman digunakan dalam kegiatan pengoperasian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat kait masih berada pada batas kekuatan bahan yang diizinkan. Verifikasi perhitungan ini berdasarkan pada standar yang berlaku dan dengan faktor keamanan yang konservatif, terhadap: kait, bantalan aksial, pemikul kait dan sackle. Setelah dilakukan verifikasi perhitungan, didapatkan bahwa perangkat kait yang terdiri dari kait, bantalan aksial, pemikul kait dan shackle dalam keadaan aman

Kata kunci: kait, kekuatan bahan, crane, verifikasi perhitungan, schakle, bantalan.

ABSTRACT

CALCULATION VERIFICATION OF HOOKS OF THE OVERHEAD TRAVELLING CRANE CAPACITY 25 TON USED IN NUCLEAR FUEL ELEMENTS PLANT. It has been verification of the calculations Hook Overhead Traveling Crane with a lift capacity of 25 tons of used nuclear fuel at the plant elements. Calculation verification is the examination of the correctness or suitability of the data size and dimension standards are used and whether the material used is safe for use in operating activities. This is done to determine whether the hook is still in the material strength limit allowed. Verify calculations based on applicable standards and with a conservative safety factors, to: hooks, axial bearings, latches and schackle bearers. After verification of the calculations, it was found that the hook consisting of hooks, axial bearings, hook and shackle bearer in a safe condition.

Keywords: hook, strength of materials, the critical section, schakel, bearings.

1. PENDAHULUAN

Pada pabrik elemen bakar nuklir, dalam rangka melaksanakan tugas dan pekerjaan serta kegiatan sehari-hari, diupayakan untuk dapat bekerja dengan cara yang efektif dan se-efisien mungkin. Biasanya dalam kegiatan pekerjaan sehari-hari seringkali mendapatkan berat bahan/material pekerjaan yang tidak dapat diangkat oleh



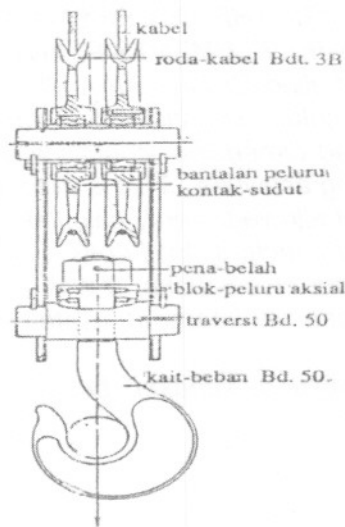
perseorangan maupun beberapa orang. Apabila beban bahan/material pekerjaan yang diangkat sangat berat, maka harus dipakai alat bantu untuk memperingan beban pekerjaan tersebut. Alat bantu yang dapat digunakan untuk mengangkat dan memindahkan beban dari suatu tempat ke tempat yang lain adalah Pesawat 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.

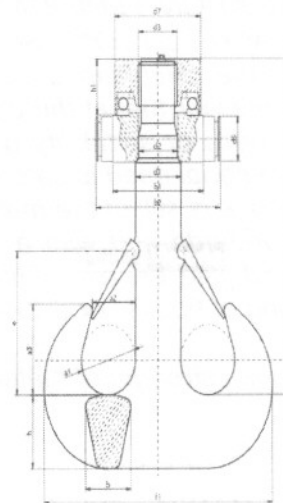
Pada makalah ini yang akan diverifikasi perhitungannya adalah perangkat kait (*hook*) yang terdapat pada salah satu kelompok *hoisting equipment* yaitu Kran (*Crane*), khususnya *Overhead Travelling Crane*. Perangkat kait (*hook*) terdiri atas : kait, bantalan aksial, pemikul kait, dan *schakle*.

Verifikasi perhitungan ini bertujuan untuk pemeriksaan tentang kebenaran atau kecocokan suatu data ukuran dan dimensi standart yang dipakai dan apakah bahan yang digunakan masih aman digunakan dalam kegiatan pengoperasian.

Kait adalah suatu peralatan pada pesawat angkat yang digunakan untuk memegang bahan/material yang akan diangkat atau dipindahkan. Seperti telah diketahui bahwa kait dipergunakan untuk memegang atau menggantung beban, terdiri dari dua jenis, yaitu : kait tunggal (*single hook*) dan kait ganda (*double hook*).



Gambar 1. Perangkat Kait tunggal



Gambar 2. Kait Ganda



2. TEORI

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

Verifikasi perhitungan dilakukan pada penampang yang paling berbahaya/kritis yaitu pemeriksaan tegangan tarik pada penampang yang terkecil. Tegangan tarik yang diizinkan σ_i adalah sebagai berikut :

$$\sigma_i = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

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

$$\sigma_i = \frac{Q}{\frac{\pi.d_1^2}{4}} \quad (2)$$

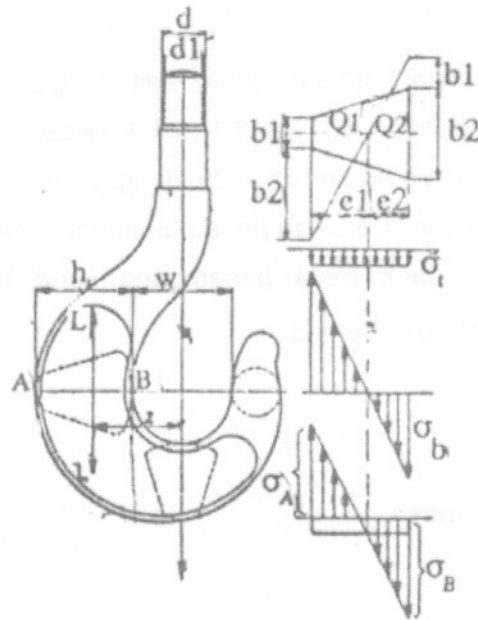
dimana: $Q = \text{Beban}$

$A = \text{Luas penampang}$

$d_1 = \text{Dia. tangkai kait}$

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

$$M = -Q.r = -Q(0,5 + 1_1) \quad (3)$$



Gambar 3. Titik berat dan Penampang

Titik berat dan penampang kritis ditentukan secara grafis seperti dapat dilihat pada Gbr. 3. Secara geometris e_1 dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

$$e_1 = \frac{h}{3} \frac{b_2 + 2b_1}{b_1 + b_2} \quad (4)$$

e_1 = Jarak titik berat penampang A-B ke titik A

Sedangkan e_2 didapatkan dari rumus :

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

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

e_2 = Jarak titik berat penampang A-B ke titik B

Luas penampang berbentuk trapesium :

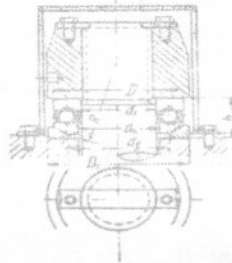
$$A = \frac{h}{2}(b_1 + b_2) \quad (6)$$



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

$$\sigma_p = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(d_0^2 - d_i^2) \frac{H}{h}} \quad (7)$$

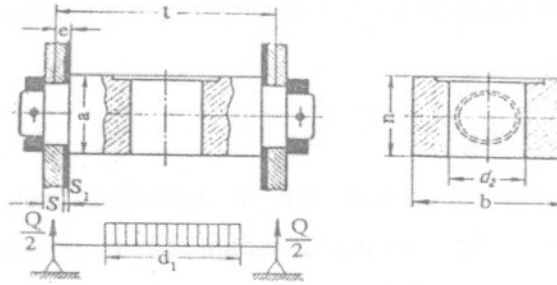
Bantalan yang digunakan adalah bantalan aksial (bantalan peluru), yang memungkinkan kait yang sedang dibebani dapat bergerak dengan mudah dalam menangani beban berat. Bantalan yang terpasang pada gantungan kait, menyokong mur kait. Perancangan yang baik adalah bantalan dengan peletakan khusus dengan 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.



Lifting capacity Q, tons	d ₁	d ₄	d ₂	D	D ₁	h	R	r	Limiting working load, tons
5	50	52	75	92	100	36	75	1.5	7.5
7.5	60	62	85	106	115	41	85	2	9.0
10	70	72	95	120	130	44	95	2	11.6
15	80	82	110	136	145	50	110	2	15.8
20	90	93	125	155	165	57	125	2	20.6
25	100	103	140	172	185	64	140	2	26.0
30	115	120	160	200	215	74	160	3	35.5
40	125	130	175	220	220	79	175	3	41.5
50	130	135	185	240	250	101	185	3.5	58.0
60	150	155	205	260	270	106	205	4	67.4
75	170	175	230	285	300	111	230	4	77.5

Gambar 4. Bantalan peluru aksial

Gantungan kait dipasang pada plat samping (*schakle*) 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.



Gambar 5. Gantungan kait

Momen lengkung maksimum:

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

$$M_{l_{maks}} = \frac{1}{4} Q (l - \frac{1}{2} d_1) \quad (8)$$

Momen tahanan (perlawanan lengkung) :

$$W = \frac{1}{6} (b - d_1) \cdot h^2 \quad (9)$$

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

Penampang $A_1 - B_1$ pada gambar 6:

$$\sigma_t = \frac{Q}{2 \cdot b \cdot s} \quad (10)$$

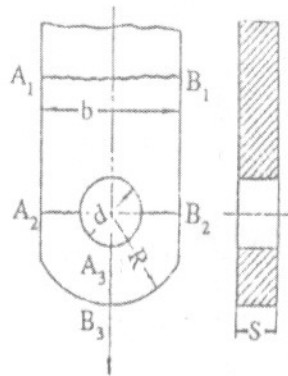
σ_t = tegangan tarik

Penampang $A_2 - B_2$ pada gambar :

$$\sigma_t = \frac{Q}{2 \cdot (b - d) \cdot s} \quad (11)$$

Penampang $A_3 - B_3$, dengan rumus Lamé:

$$P = \frac{Q}{2 \cdot d \cdot s} \quad (12)$$



Gambar 6. Schakle

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk penampang mendatar A – B pada gambar 3:

Dari Normalisasi 661, didapatkan:

$$h = r1 = 190 \text{ mm} \quad o = b_2 = 160 \text{ mm}$$

$$p = b_1 = 65 \text{ mm} \quad a = w = 180 \text{ mm}$$

Luas penampang

$$F = 0,5 \cdot h(b_1 + b_2) \quad (13)$$

$$= 213,75 \text{ cm}^2$$

Momen Inersia terhadap penampang A – B:

$$I = \frac{h^3}{36} \cdot \frac{(b_1 + b_2)^2}{b_1 + b_2} + 2 \cdot b_1 \cdot b_2 \quad (14)$$

$$= 4655 \text{ cm}^4$$

Jarak titik berat penampang A - B ke titik A:

$$e_1 = \frac{b_1 + 2 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \cdot \frac{h}{3} = 10,83 \text{ cm}$$

Jarak titik berat penampang A - B ke titik B:

$$e_2 = \frac{2 \cdot b_1 + b_2}{b_1 + b_2} \cdot \frac{h}{3} = 12,67 \text{ cm}$$



Momen lengkung pada penampang A – B:

$$M_b = Q \cdot z \quad (\text{kg-cm}) \quad (15)$$

$$z = \frac{w}{2} + e_2 = 114,03$$

$$\begin{aligned} Mb &= 25000 \cdot 114,03 \\ &= 285075 \text{ kg-cm} \end{aligned}$$

Tegangan tekan maksimum di titik A :

$$\begin{aligned} \sigma_c A &= \frac{Q}{F} - \frac{M_b \cdot e_1}{I} \\ &= -546,26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \quad (16)$$

Tegangan tarik maksimum di titik B :

$$\begin{aligned} \sigma_t B &= \frac{Q}{F} - \frac{M_b \cdot e_2}{I} \\ &= 658,96 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \quad (17)$$

Bahan kait adalah St-C 25 dengan :

$$\sigma_{t \text{ maks}} = 41 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_{t \text{ maks}}}{F_s}, \quad F_s = \text{faktor keamanan, untuk beban dinamik} = 6$$

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

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 :

$$r1 = h = 165 \text{ mm}$$

$$p = b_1 = 65 \text{ mm}$$

$$o = b_2 = 160 \text{ mm}$$

Luas rata-rata penampang tegak:

$$\begin{aligned} A &= \frac{h \cdot (b_1 + b_2)}{2} \quad (\text{cm}^2) \\ &= 185,63 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad (18)$$

Tegangan geser yang terjadi:

$$\tau = \frac{Q}{A} = 138,68 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan geser izin:

$$\begin{aligned} \tau_i &= 0,6 \cdot \sigma_t \quad (\text{kg/cm}^2) \\ &= 0,6 \cdot 683,3 = 410 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



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 :

$$w = 0,25.d_1$$

dimana w = Dia. mulut kait = 180 mm

$$d_1 = \text{Dia. inti ulir} = \frac{18}{2,5} = 7,2 \text{ cm}$$

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

$$d_1 = \text{Dia. inti ulir} = 61,5 \text{ mm}$$

$$d_2 = \text{Dia. luar ulir} = 72,5 \text{ mm}$$

$$h = \text{pitch ulir} = 10 \text{ mm}$$

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

Tegangan tarik yang terjadi pada mur kait adalah :

$$\sigma_i = \frac{4.Q}{\pi.d^2} = \frac{4.25000}{\pi.(7,2)^2} \text{ kg/cm}^2 = 614,34 \text{ kg/cm}^2$$

Didapatkan $\sigma_i < \sigma_i$ sehingga mur kait yang digunakan aman.

Tinggi minimum ulir tangkai kait :

$$H = \frac{4.Q.h}{\pi.(d_1^2 - d_2^2).p} = \frac{4.25000.1}{\pi.(7,2^2 - 6,15^2).350} = 6,491 \text{ cm}$$

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

Diambil $H = 7 \text{ cm}$

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

Dari gambar 4, kita dapatkan ukuran-ukuran utama bantalan tersebut :

$$d_1 = 100 \text{ mm}$$

$$D = 172 \text{ mm}$$

$$H = 64 \text{ mm}$$

Pemikul kait dipasang pada dua buah plat pendukung (*shackle*) seperti yang terdapat pada gambar 5.

Besar beban lengkung maksimum ialah :

$$\begin{aligned} M_{maks} &= \frac{Q}{4}(l - 0,5d_1) \\ &= \frac{25000}{4}(30 - 0,5(17,5)) \end{aligned} \quad (19)$$



$$= 316125 \text{ kg-cm}$$

Besar momen perlawanan lengkung ialah :

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{(b - d_1).h^2}{6} \\ &= \frac{(24 - 17,2).7^2}{6} \\ &= 293,2 \text{ cm}^3 \end{aligned} \tag{20}$$

Tegangan lengkung yang terjadi ialah :

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{M_{maks}}{W_b} \\ &= \frac{317125}{263,2} \\ &= 1245078,18 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

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

Tegangan tarik izin :

$$\sigma_{ti} = \frac{\sigma_t}{F_s} = \frac{6000}{5} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

F_s = Faktor keamanan

Tegangan lengkung izin :

$$\sigma_{bi} = 0.81.\sigma_{ti} \tag{21}$$

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

Perhitungan *Schakle* :

Schakle (Gambar. 6) berfungsi sebagai penumpu kait, pemikul kait dan *pulley* pembawa beban. Pada *schakle* ini terdapat beberapa daerah kritis yang perlu diperhatikan terhadap adanya tegangan.

Ukuran – ukuran yang direncanakan adalah sebagai berikut :

-d = Dia. poros pemikul kait = 120 mm

-s = tebal sakel = 75 mm

-b = lebar sakel = 200 mm.

Pemeriksaan tegangan :

- Pada penampang $A_1 - B_1$:

$$\sigma_t = \frac{Q}{2.b.s} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \tag{22}$$



$$= \frac{25000}{2.20.7,5} = 83,34 \text{ kg/cm}^2$$

- Pada penampang $A_2 - B_2$:

$$\sigma_t = \frac{Q}{2.(b-d).s} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (23)$$

$$= \frac{25000}{2.(20-12).7,5} = 208.34 \text{ kg/cm}^2$$

- Pada penampang $A_3 - B_3$:

$$\sigma_t = \frac{Q}{2.d.s} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (24)$$

$$= \frac{25000}{2.12.7,5} = 138,89 \text{ kg/cm}^2$$

Bahan sakel adalah St-37 dengan kekuatan tegangan tarik = 37 kg per mm^2 .

Tegangan tarik izinnnya adalah :

$$\sigma_{ii} = \frac{\sigma_t}{f_s} = \frac{3700}{6} = 616,67 \text{ kg/cm}^2$$

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

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan verifikasi perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa perangkat kait yang terdiri atas; kait, bantalan aksial, pemikul kait dan *schakle* masih dalam batas aman untuk digunakan.

5. 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



TANYA JAWAB

Pertanyaan:

1. Apa yang menjadi pertimbangan untuk menentukan bahwa beban maksimum yang terangkut 25 Ton? (Yan Bony M)
2. Mengapa memilih bahan St-37? (Yan Bony M)
3. Berapa factor koreksi yang diambil dan mengapa? (Yan Bony M)
4. Kalau dilihat dari gambar makalah ini sebenarnya untuk pabrik yellow cake bukan untuk EBN. Kalau untuk pabrik YC maka alat ada alat besar TAngki pre_Breatment dan mixer yang harus dicek, apakah > 25 Ton atau tidak? kalau > 25Ton maka perhitungan beban harus berubah. (Bambang GS)

Jawaban :

1. Yang menjadi pertimbangan adalah equipment/material terberat yang ada di pabrik Elemnen Bakar Nuklir.
2. Karena pengerjaannya adalah dengan ditempa/besi tem St-37, bukan besi cor.
3. Factor koreksi = 6, diambil dari Literature Material Handling Equipment-Rudenko.
4. Gambarnya akan diganti dnegan gamabr pabrik EBN sehingga perhitungan tidak perlu diganti. Untuk pabrik YC yang equipment > 25ton, nanti akan dipelajari dengan person yang bersangkutan.



6. LAMPIRAN

A. LAMPIRAN 1

PANITIA UTAMA UNTUK NORMALISASI DI NEGERI BELANDA

jenis A
dengan tangkai pendek

Penampang C-D

jenis B
dengan tangkai panjang

penampang E-P

P = beban angkat yang dibolehkan dalam ton (1000 kg), serta pula ukuran nominal dari kait-kait!

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 B	
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 menurnikan, 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/mm², batas luner minimum 24 (28) kg/mm², regangan minimum 27(24)%. Angka-angka memakai tanda kurung berlaku untuk bahan yang dinormikan.
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 sodapi-dapainya 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
ALAT-ALAT BAGIAN PESAWAT ANGKAT LEBIH KHUSUS DITUJUKAN UNTUK PEMAKAIAN DI DARATAN KAIT-KAIT TUNGGAL (DIKERJAKAN AWAL)	N 661 I.I.D.: 621.86



B. LAMPIRAN 2

Serikat Perusahaan dan Perdagangan	Ditetapkan Febr. 1936	Lemb. Ker. Dari Insinyur											
KOMISI BESAR UNTUK NORMALISASI DI NEGERI BELANDA													
		<p>d = garis tengah luar dari garis-dasar dari bentuk ulir</p> <p>d1 = garis tengah luar</p> <p>d2b = garis tengah teras } dari ulir pada baut</p> <p>l1 = dalamnya ulir</p> <p>d1m = garis tengah luar } dari ulir dalam mur</p> <p>d2m = garis tengah teras</p> <p>T = dalamnya ulir</p> <p>dr = garis tengah rosak</p> <p>r = pembulatan dalam baut</p> <p>k = kesar</p> <p>Q = dalam yang serowok</p> <p>a = rongga antara dalam mur</p> <p>b = rongga antara dalam baut</p> <p>d1s = garis tengah teras dari bentuk tengkul</p>											
Ukuran dalam mm													
Baut (batang)		Mur											
d	d1	d2b	l1	r	d1m	d2m	T	dr	k	Q	a	b	
10	6.5	1.75	0.25	10.5	7.5	1.5	8.5	3	3	0.25	0.5		
11	7.5	1.75	0.25	11.5	8.5	1.5	9.5	3	3	0.25	0.5		
12	8.5	1.75	0.25	12.5	9.5	1.5	10.5	3	3	0.25	0.5		
14	10.5	2.25	0.25	14.5	11.5	2	12.5	3	3	0.25	0.5		
16	12.5	2.25	0.25	16.5	13.5	2	14.5	3	3	0.25	0.5		
18	14.5	2.25	0.25	18.5	15.5	2	16.5	3	3	0.25	0.5		
20	16.5	2.25	0.25	20.5	17.5	2	18.5	3	3	0.25	0.5		
22	18.5	2.25	0.25	22.5	19.5	2	20.5	3	3	0.25	0.5		
24	20.5	2.25	0.25	24.5	21.5	2	22.5	3	3	0.25	0.5		
27	23.5	2.75	0.25	27.5	24.5	2.5	25.5	3	3	0.25	0.75		
30	26.5	2.75	0.25	30.5	27.5	2.5	28.5	3	3	0.25	0.75		
33	29.5	3.25	0.25	33.5	30.5	3	31.5	3	3	0.25	0.75		
36	32.5	3.25	0.25	36.5	33.5	3	34.5	3	3	0.25	0.75		
39	35.5	3.25	0.25	39.5	36.5	3	37.5	3	3	0.25	0.75		
42	38.5	3.25	0.25	42.5	39.5	3	40.5	3	3	0.25	0.75		
45	41.5	3.75	0.25	45.5	42.5	3.5	43.5	3	3	0.25	0.75		
48	44.5	3.75	0.25	48.5	45.5	3.5	46.5	3	3	0.25	0.75		
51	47.5	3.75	0.25	51.5	48.5	3.5	49.5	3	3	0.25	0.75		
54	50.5	3.75	0.25	54.5	51.5	3.5	52.5	3	3	0.25	0.75		
57	53.5	4.25	0.25	57.5	54.5	4	55.5	3	3	0.25	0.75		
60	56.5	4.25	0.25	60.5	57.5	4	58.5	3	3	0.25	0.75		
63	59.5	4.25	0.25	63.5	60.5	4	61.5	3	3	0.25	0.75		
66	62.5	4.25	0.25	66.5	63.5	4	64.5	3	3	0.25	0.75		
69	65.5	4.75	0.25	69.5	66.5	4.5	67.5	3	3	0.25	0.75		
72	68.5	4.75	0.25	72.5	69.5	4.5	70.5	3	3	0.25	0.75		
75	71.5	4.75	0.25	75.5	72.5	4.5	73.5	3	3	0.25	0.75		
78	74.5	4.75	0.25	78.5	75.5	4.5	76.5	3	3	0.25	0.75		
81	77.5	4.75	0.25	81.5	78.5	4.5	79.5	3	3	0.25	0.75		
84	80.5	4.75	0.25	84.5	81.5	4.5	82.5	3	3	0.25	0.75		

PERHATIAN:
Bentuk ulir trapesium dengan 2, 3 jalan atau lebih ialah sama dengan ulir berkisar tunggal, dan kisarnya sama dengan 2, 3 atau lebih kali ulir tunggal. Untuk menentukan ukuran ulir, yang diturunkan dari kisarnya, harus dimulai dengan setengah atau sepertiga bagian dari kisar dan bergantung pada 2 atau 3 jalan dari ulir itu.
Lebih baik dipakai garis-garis tengah yang tidak dikurung.

ULIR SKRUP-TRAPESIUM
GARIS TENGAH DARI 10 SAMPAI 80 MM

N 364
I.I.D.: 621.882.082