

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan

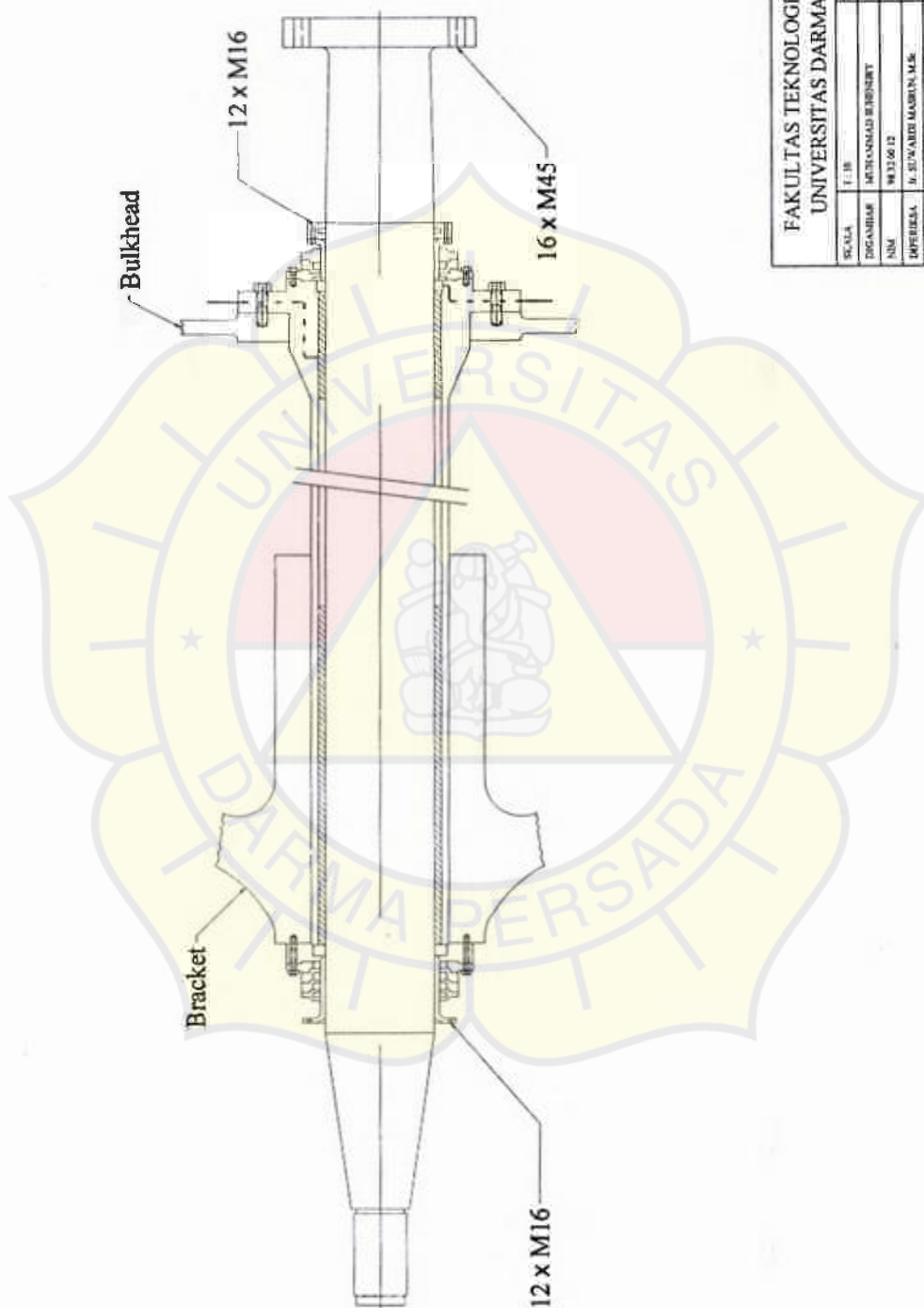
Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan poros baling –baling untuk mesin berdaya sebesar 6403,2 kW dengan putaran mesin 220 rpm di dapatkan diameter poros sebesar 302 mm. Bahan yang di gunakan diambil acuan dari standar bahan yang telah ada dalam perencanaan ini diambil standar bahan dari standar Jerman atau disebut standar DIN.

- Standard no. : 1.5755
- Simbol : DIN 31 NiCr 14
- Kekuatan tarik (*tensile strength*) : 930 N/mm²
- Batas regang (*yield point*) : 590 N/mm²
- Komposisi bahan : 0,27–0,35 % C
: 0,15 –0,35 % Si,
: 0,40 –0,80 % Mn
: 0,035 ≤ % P
: ≤ 0,035 % S
: 0,55 –0,95 % Cr
: 3,25–3,75 % Ni

Untuk bagian tirus (*taper*) poros ditentukan berdasarkan data yang telah ada, begitu pula dengan kopling poros di rencanakan sendiri dengan memperhatikan ketentuan atau faktor koreksinya agar kopling yang direncanakan tersebut dapat berkerja sebagaimana mestinya. Direncanakan ukuran kopling flens sebagai berikut :

- Diameter luar flens 533,9 mm (A)
- Tebal flens 84,3 mm (B)
- Diameter pesentris 230 mm (D_1)
- Diameter lingkaran lubang baut 430mm (K)
- Diameter lubang baut 45mm (d_b)
- Jumlah baut yang digunakan 16 buah (n)

Untuk komponen – komponen poros lainnya seperti bantalan poros dan penyekat (*seal*) poros yang berfungsi untuk menghindari kebocoran serta masuknya benda asing di sekitar poros yang diakibatkan oleh perputaran poros, diambil dari katalog perusahaan yang memproduksi komponen – komponen tersebut.



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN UNIVERSITAS DARMA PERSADA			
NO. SKALA	T. / B.	PROJEKSI	KET.
DOKUMEN	MUSYAWADAH BERSERT		
NIM	00330612		
DIREKSI	D. SUWARDI MARDIN, M.Eng.		
DESKRIBSI	D. SUWARDI MARDIN, M.Eng.		

SHAFT PROPELLER & STERN TUBE

DAFTAR PUSTAKA

- Asril dan Abbas ; *Pengetahuan Dasar Tentang Ilmu Bangunan Pesawat Yang Praktis* ;
Tehnik H. Stam, Jakarta.
- Anton, B dan Bambang, P ; *Elemen Mesin* ; Jilid I, Erlangga, 1994.
- Din Banrio, M ; *Sistim Transmisi Tenaga Mesin Kapal* ; Fakultas Teknologi Kelautan,
Universitas Darma Persada, Jakarta, 1991 – 1994.
- Sularso, dan Kiyokatsu, S ; *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin* ; PT.
Pradnya Paramita, Jakarta, 1997.
- Soekarsono ; *Praktek Reparasi Kapal Dan Perawatn Mesin* ; Fakultas Teknologi
Kelautan, Universitas Darma Persada, Jakarta.

- P_d = Daya rencana poros atau daya patokan dalam kW
- S_f1 = Faktor untuk jenis bahan yang digunakan
- S_f2 = Faktor untuk pengaruh konsentrasi tegangan dan pengaruh kekasaran
- S_f3 = Faktor keamanan baut kopling
- S_f4 = Faktor keamanan kopling flens
- T = Momen puntir atau disebut juga momen rencana
- σ_B = Kekuatan tarik bahan dalam N/mm^2
- τ_a = Tegangan puntir poros yang diizinkan dalam N/mm^2
- τ_b = Tegangan geser baut kopling
- τ_{ba} = Tegangan geser baut yang diizinkan
- τ_c = Tegangan geser kopling flens tempa
- τ_{fa} = Tegangan geser kopling flens yang diizinkan



tarikan, atau tekanan, misalnya jika sebuah sabuk, rantai atau roda gigi dipasangkan pada poros motor, maka kemungkinan adanya pembebanan tambahan tersebut perlu diperhitungkan dalam faktor keamanan yang diambil.

Tata cara perencanaan diberikan dalam sebuah diagram aliran. Hal-hal yang perlu diperhatikan akan diuraikan seperti di bawah ini.

Pertama kali, ambillah suatu kasus di mana daya P (kW) harus ditransmisikan dan putaran poros n_1 (rpm) diberikan. Dalam hal ini perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya P tersebut. Jika P adalah daya rata-rata yang diperlukan maka harus dibagi dengan efisiensi mekanis η dari sistem transmisi, untuk mendapatkan daya penggerak mula yang diperlukan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat start, atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah start. Dengan demikian sering kali diperlukan koreksi pada daya rata-rata yang diperlukan dengan menggunakan faktor koreksi pada perencanaan.

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika faktor koreksi adalah f_c (Table 1.6) maka daya rencana P_d (kW) sebagai patokan adalah

$$P_d = f_c \cdot P \text{ (kW)} \quad (1.1)$$

Tabel 1.6 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan, f_c .

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2–2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8–1,2
Daya normal	1,0–1,5

Jika daya diberikan dalam daya kuda (PS), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapatkan daya dalam kW.

Jika momen puntir (disebut juga sebagai momen rencana) adalah T (kg-mm) maka

$$P_d = \frac{(T/1000)(2\pi n_1/60)}{102} \quad (1.2)$$

sehingga

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (1.3)$$

Bila momen rencana T (kg-mm) dibebankan pada suatu diameter poros d_s (mm), maka tegangan geser τ (kg/mm²) yang terjadi adalah

$$\tau = \frac{T}{(\pi d_s^3/16)} = \frac{5,1T}{d_s^3} \quad (1.4)$$

Tegangan geser yang diizinkan τ_a (kg/mm²) untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara. Di dalam buku ini τ_a dihitung atas dasar batas kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya

Bab 1. Poros Dan Pasak

kira-kira 45% dari kekuatan tarik σ_B (kg/mm²). Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik σ_B , sesuai dengan standar ASME. Untuk harga 18% ini faktor keamanan diambil sebesar $1/0,18 = 5,6$. Harga 5,6 ini diambil untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin, dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa, dan baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan Sf_1 .

Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga, karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan. Untuk memasukkan pengaruh-pengaruh ini dalam perhitungan perlu diambil faktor yang dinyatakan sebagai Sf_2 dengan harga sebesar 1,3 sampai 3,0.

Dari hal-hal di atas maka besarnya τ_a dapat dihitung dengan

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (15)$$

Kemudian, keadaan momen puntir itu sendiri juga harus ditinjau. Faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga dipakai di sini. Faktor ini dinyatakan dengan K_b dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0–1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan, dan 1,5–3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar.

Meskipun dalam perkiraan sementara ditetapkan bahwa beban hanya terdiri atas momen puntir saja, perlu ditinjau pula apakah ada kemungkinan pemakaian dengan beban lentur di masa mendatang. Jika memang diperkirakan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor C_b yang harganya antara 1,2 sampai 2,3. (Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka C_b diambil = 1,0).

Dari persamaan (1.4) diperoleh rumus untuk menghitung diameter poros d_s (mm) sebagai

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \quad (1.6)$$

Diameter poros harus dipilih dari Tabel 1.7. Pada tempat dimana akan dipasang bantalan gelinding, pilihlah suatu diameter yang lebih besar dari harga yang cocok di dalam tabel untuk menyesuaikannya dengan diameter dalam dari bantalan. Dari bantalan yang dipilih dapat ditentukan jari-jari filet yang diperlukan pada tangga poros.

Selanjutnya ukuran pasak dan alur pasak dapat ditentukan dari Tabel 1.8.

Harga faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak α dan untuk poros bertangga β dapat diperoleh dengan diagram R. E. Peterson (Gambar 1.1, 1.2).

Bila α atau β dibandingkan dengan faktor keamanan Sf_2 untuk konsentrasi tegangan pada poros bertangga atau alur pasak yang ditaksir terdahulu, maka α atau β sering kali menghasilkan diameter poros yang lebih besar.

Periksalah perhitungan tegangan, mengingat diameter yang dipilih dari Tabel 1.7 lebih besar dari d_s yang diperoleh dari perhitungan.

Bandingkan α and β , dan pilihlah yang lebih besar.

Lakukan koreksi pada Sf_2 yang ditaksir sebelumnya untuk konsentrasi tegangan, dengan mengambil $\tau_a S f_2 / (\alpha$ atau $\beta)$ sebagai tegangan yang diizinkan yang dikoreksi. Bandingkan harga ini dengan $\tau \cdot C_b \cdot K_t$ dari tegangan geser τ yang dihitung atas dasar poros tanpa alur pasak, faktor lenturan C_b , dan faktor koreksi tumbukan K_t , dan tentukan masing-masing harganya jika hasil yang terdahulu lebih besar, serta lakukan penyesuaian jika lebih kecil.

Bab 2. Kopling Tetap

faktor-faktor keamanan yang cukup besar hingga pada umumnya ukuran yang ditentukan secara di atas akan lulus dari hampir semua pemeriksaan. Namun demikian jika ternyata masih kurang kuat, dapat diambil bahan baut yang mempunyai kadar karbon yang lebih tinggi, atau ambil bahan lain untuk flensnya.

Untuk dapat menyatel lurus kedua sumbu poros secara mudah, permukaan flens yang satu dapat dibubut ke dalam dan permukaan flens yang menjadi pasangannya dibubut menonjol sehingga dapat saling mengemas.

Bagian yang perlu diperiksa adalah baut. Jika ikatan antara kedua flens dilakukan dengan baut-baut pas, di mana lubang-lubangnya dirim, maka meskipun diusahakan ketelitian yang tinggi, distribusi tegangan geser pada semua baut tetap tidak dapat dijamin seragam. Makin banyak jumlah baut yang dipakai, makin sulit untuk menjamin keseragaman tersebut. Sebagai contoh dalam hal kopling yang mempunyai ketelitian rendah, dapat terjadi bahwa hanya satu baut saja yang menerima seluruh beban transmisi hingga dalam waktu singkat akan putus. Jika setelah baut ini putus terjadi lagi pembebanan pada satu baut, maka seluruh baut dapat mengalami hal yang sama dan putus secara bergantian.

Biasanya dalam perhitungan dianggap bahwa hanya 50(%) saja dari seluruh baut yang berjumlah n buah menerima seluruh beban secara merata. Jika jumlah baut efektif yang menanggung beban dinyatakan dengan n_e , maka, dengan mempergunakan lambang-lambang dari Diagram 5, besarnya tegangan geser pada baut dapat dihitung sbb.

$$T = \frac{\pi}{4} d_b^2 n_e \frac{B}{2} (\text{kg} \cdot \text{mm}) \quad (2.1)$$

$$\tau_b = \frac{8T}{\pi d_b^2 n_e B} (\text{kg}/\text{mm}^2) \quad (2.2)$$

$$\tau_b \leq \tau_{ba} \quad (2.3)$$

τ_{ba} adalah suatu harga yang diperoleh misalnya dengan membagi kekuatan tarik 41 (kg/mm^2) dari bahan SS41 dengan faktor keamanan $Sf_b = 6$. Bagian yang mengalami konsentrasi tegangan seperti bagian ulir harus dijauhi dari permukaan kontak dari kopling. Dalam hal ada tumbukan, maka τ_b harus dikalikan dengan faktor K_b yang dipilih antara 1,5 dan 3.

Bagian berikutnya yang memerlukan perhatian adalah flens. Untuk kopling yang dipergunakan bagi tugas-tugas penting seperti menghubungkan turbin dengan generator, pakailah baja tempa untuk menghindari adanya bagian yang keropok. Untuk pemakaian lain umumnya dipakai besi cor, dan jika dikehendaki bahan yang agak lebih kuat dapat dipakai baja cor. Karena bagian yang keropok peka terhadap tumbukan, maka faktor koreksi K_f harus diambil sebesar 2 atau 3 dan dikalikan pada τ_f .

Dengan memakai lambang-lambang dalam Diagram 5, rumus perencanaannya adalah

$$T = \pi C F \tau_f \frac{C}{2}$$

Maka

$$\tau_f = \frac{2T}{\pi C^2 F} \quad (2.4)$$

$$\tau_f \leq \tau_{fa} \quad (2.5)$$

Bab 7. Ulir Dan Pegas

Tabel 7.1 (b) Ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205).

Ulir			Jarak bagi p	Tinggi kaitan H_1	Ulir dalam		
					Diameter luar D	Diameter efektif D_2	Diameter dalam D_1
1	2	3			Ulir luar		
					Diameter luar d	Diameter efektif d_2	Diameter inti d_1
M 6		M 7	1	0,541	6,000	5,350	4,917
M 8			1	0,541	7,000	6,350	5,917
			1,25	0,677	8,000	7,188	6,647
		M 9	1,25	0,677	9,000	8,188	7,647
M 10			1,5	0,812	10,000	9,026	8,376
		M 11	1,5	0,812	11,000	10,026	9,376
M 12			1,75	0,947	12,000	10,863	10,106
	M 14		2	1,083	14,000	12,701	11,835
M 16			2	1,083	16,000	14,701	13,835
	M 18		2,5	1,353	18,000	16,376	15,294
M 20			2,5	1,353	20,000	18,376	17,294
		M 22	2,5	1,353	22,000	20,376	19,294
M 24			3	1,624	24,000	22,051	20,752
	M 27		3	1,624	27,000	25,051	23,752
M 30			3,5	1,894	30,000	27,727	26,211
	M 33		3,5	1,894	33,000	30,727	29,211
M 36			4	2,165	36,000	34,402	31,670
		M 39	4	2,165	39,000	36,402	34,670
M 42			4,5	2,436	42,000	39,077	37,129
	M 45		4,5	2,436	45,000	42,077	40,129
M 48			5	2,706	48,000	44,752	42,587
	M 52		5	2,706	52,000	48,752	46,587
M 56			5,5	2,977	56,000	52,428	50,046
		M 60	5,5	2,977	60,000	56,428	54,046
M 64			6	3,248	64,000	60,103	57,505
	M 68		6	3,248	68,000	64,103	61,505

statan: (1) Kolom 1 merupakan pilihan utama. Kolom 2 atau kolom 3 hanya dipilih jika terpaksa.

CHAPTER 6 SHAFTINGS

6.1 General

6.1.1 Scope

The requirements in this Chapter apply to the main propulsion shaftings for ships equipped with diesel engines, steam turbines or gas turbines as their main propulsion machinery, electric propulsion ships, and to the shaftings which transmit power to generators or essential auxiliary machinery. For torsional vibrations, the shaftings are to comply with the requirements given in Chapter 8 in this Part.

6.1.2 Drawings and Data

Drawings and data to be submitted are generally as follows:

- (1) Drawings for approval (including specifications of material)
 - (a) Shafting arrangement
 - (b) Thrust shaft
 - (c) Intermediate shaft
 - (d) Stern tube shaft
 - (e) Propeller shaft
 - (f) Stern tube
 - (g) Stern tube bearing
 - (h) Stern tube sealing device
 - (i) Shaft bracket bearing
 - (j) Shaft couplings and coupling bolts
 - (k) Shafts which transmit power to generators or essential auxiliary machinery
- (2) Data for reference
 - (a) Data for the calculations of shafting strength specified in this Chapter
 - (b) Data which deemed necessary by the Society

6.2 Materials, Construction and Strength

6.2.1 Materials

- 1 Materials used for the following components (hereinafter referred to as "the principal components of shafting") are to be of the steel forgings conforming to the requirements in Part K. Built-up type shaft couplings may be of steel castings conforming to the requirements in Part K.
 - (1) Thrust shafts
 - (2) Intermediate shafts
 - (3) Stern tube shafts
 - (4) Propeller shafts
 - (5) Shafts which transmit power to generators or essential auxiliary machinery

- (6) Shaft couplings
- (7) Coupling bolts
- 2 The principal components of shafting excluding coupling bolts are to have been subjected to non-destructive tests specified in 5.1.10 or 6.1.10 of Part K according to the kind of materials.
- 3 The specified tensile strength of the shaft materials is, in general, to be between 400 and 800 N/mm^2 .
The proposal to use of carbon steel forgings with specified tensile strength exceeding 600 N/mm^2 or low alloy steel forgings exceeding 800 N/mm^2 for a shaft is to be specially approved by the Society.

6.2.2 Intermediate Shafts

The diameter of the intermediate shafts is not to be less than the value given by the following formula:

$$d_0 = F_1 k_1 \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left(\frac{560}{T_s + 160} \right) K}$$

where

- d_0 = Required diameter of intermediate shaft (mm)
- H = Maximum continuous output of engine (kW)
- N = Number of revolutions of intermediate shaft at the maximum continuous output (rpm)
- F_1 = Factor given in Table D 6.1
- k_1 = Factor given in Table D 6.2
- T_s = Specified tensile strength of intermediate shaft material (N/mm^2)

The upper limit of the value of T_s used for the calculation is to be 800 N/mm^2 .

K = Factor for hollow shaft and given by the following formula. In case of $d_i \leq 0.4d_o$, it may be considered that $K=1$

$$K = \frac{1}{1 - \left(\frac{d_i}{d_o} \right)^4}$$

where

- d_i = Inside diameter of hollow shaft (mm)
- d_o = Outside diameter of hollow shaft (mm)

Table D6.1 Values of F_1

For steam turbine installation, gas turbine installation, diesel installation with slip type coupling (Note), electric propulsion installation	For all other diesel installations than those noted in the lefthand column.
95	100

Note: Slip type coupling signifies hydraulic coupling, electro-magnetic coupling or the equivalent.

Table D 6.2 Values of k_1

Shaft with integral flange coupling	Shaft with flange coupling either shrink fit, push fit, or cold fit	Shaft with key way ⁽¹⁾	Shaft with transverse hole ⁽²⁾	Shaft with longitudinal slot ⁽³⁾	Shaft with splines ⁽⁴⁾
1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	115

Notes:

- (1) After a length of not less than $0.2 d_0$ from the end of the keyway, the diameter of a shaft may be reduced progressively to the diameter calculated with $k_1=1.0$. The fillet radius in the transverse section of keyway bottom is to be $0.0125 d_0$ or more.
- (2) The hole diameter is to be not more than $0.3 d_0$.
- (3) The length of slot is to be $1.4 d$ or less, the width, $0.2 d$ or less, whereby, d denotes the required shaft diameter calculated with $k_1=1.0$.
- (4) The shape of the spline is to conform to JIS B 1601 or the equivalent thereof.

6.2.3 Thrust Shafts

- 1 The diameter of the thrust shaft transmitting the torque of main propulsion machinery, on the both sides of thrust collar, or in way of axial bearing where a roller bearings are used as thrust bearings, is not to be less than the value given by the following formula:

$$d_t = 1.1 F_1 \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left(\frac{560}{T_s + 160} \right) K}$$

where

d_t : Required diameter of thrust shaft (mm)

Other symbols used here are the same as those used in 6.2.2.

- 2 Where the required diameter of the thrust shaft given by -1. is larger than the diameter of the intermediate shaft, the diameter of the thrust shaft may be reduced gradually at either fwd or aft of the thrust block by multiplying 0.91 on the required diameter of the intermediate shaft given by -1.

6.2.4 Propeller Shafts and Stern Tube Shafts

- 1 The diameter of the propeller shaft Kind 1 and stern tube shaft Kind 1 except for the shafts which are made of corrosion resistant material approved by the Society are not to be less than the value given by the following formula:

$$d_s = 100 k_2 \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left(\frac{560}{T_s + 160} \right) K}$$

where

d_s = Required diameter of propeller shaft or stern tube shaft (mm)

k_2 = Factor concerning shaft design, values given in Table D 6.3

T_s = Specified tensile strength of shaft material, (N/mm²)

The upper limit of the value of T_s used for the calculation is to be 600 N/mm^2

Other symbols used here are the same as those used in 6.2.2

Table D6.3 Values of k_2

	Application	k_2
1	The portion between the big end of the tapered part of propeller shaft (in case where the propeller is fitted with flange, the fore face of the flange) and the fore end of the aftermost stern tube bearing, or $2.5 d_s$, whichever is the greater	For a shaft carrying a keyless propeller, or where the propeller is attached to an integral flange 1.22
		For a shaft carrying a keyed propeller 1.26
2	Excluding the portion given in 1 above, the portion in the direction toward the bow up to the fore end of the fwd stern tube seal	1.15 ⁽¹⁾
3	Stern tube shaft	
4	The portion located forward of the fore end of the fwd stern tube seal	1.15 ⁽²⁾

Notes:

- (1) At boundary, the shaft diameter is to be tapered down.
- (2) The shaft diameter may be tapered down to the diameter calculated by the formula given in 6.2.2.

- 2 The diameter of the propeller shafts and stern tube shafts other than those prescribed in -1 are to comply with the requirements specified otherwise by the Society.

6.2.5 Other Shafts

The diameter of shafts transmitting power to generators or essential auxiliary machinery is to, in principle, conform to the requirements in 6.2.2.

6.2.6 Detailed Evaluation for Strength

Special consideration will be given to the shaft diameters, notwithstanding the requirements in 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4 and 6.2.5, provided that the detailed data and calculations are submitted to the Society and considered appropriate.

6.2.7 Corrosion Protection of Propeller Shafts and Stern Tube Shafts

- 1 Propeller shaft Kind 1 and stern tube shaft Kind 1 are to be effectively protected against corrosion by sea water with a means approved by the Society or to be made of corrosion resistant materials approved by the Society.
- 2 Effective means are to be provided to prevent sea water from having access to the part between the aft end of propeller shaft sleeve or the aft end of the aftermost stern tube bearing and the propeller boss.
- 3 Spaces between the propeller cap or propeller boss and the propeller

$$\delta_{\text{vert}} = \frac{b_{\text{top}} - b_{\text{bot}}}{H} \text{ untuk bidang vertikal}$$

$$\text{dan } \delta_{\text{hor}} = \frac{b_{\text{star}} - b_{\text{port}}}{H} \text{ untuk bidang horison tal.}$$

dimana H = Jarak antara titik yang diukur dalam meter
jarak ini adalah sama dengan diameter flens.

b_{top} , b_{bot} , b_{star} , b_{port} = clearance pada puncak, pada dasar, dari sebelah kanan dan dari sebelah kiri.

Parallel misalignment, dlm. mm, dapat dicari dengan formula:

$$\Delta_{\text{vert}} = \frac{a_{\text{top}} - a_{\text{bot}}}{2} \text{ untuk bidang vertikal.}$$

$$\Delta_{\text{hor}} = \frac{a_{\text{top}} - a_{\text{bot}}}{2} \text{ untuk bidang horisontal.}$$

Bila poros dipasang, tepat pada clearance a dan b shaft yang diluruskan posisinya akan sama dengan pengukuran dasar. Didalam praktek kelonggaran yang diberikan untuk pemasangan poros baling2 0,1 mm untuk parallel misalignment dan 0,15 mm untuk angular misalignment per meter dari panjang poros.

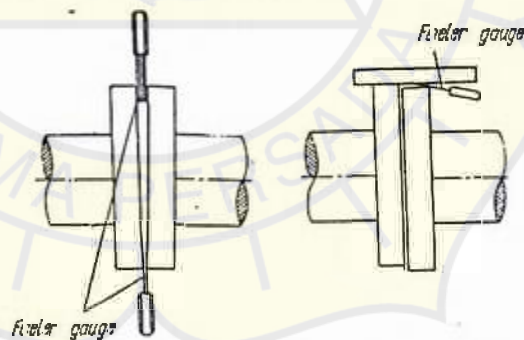


Fig. 57. Checking breakage and flange shifting with the aid of a feeler gauge and rule

Dengan menggunakan penggaris dan feeler gauge (gambar 57) kondisi parallel & angular misalignment bisa diketahui. Bracket gauge (gambar 58) bisa untuk mengukur besarnya jarak dari kesalahan pelurusan (misalignment).



Vergütungsstähle

Aciers d'amélioration

Heat-treatable steels

Norme No Standard No	But @ utilisation	Range of application LAMPİRAN	
1.0402	Éléments de construction faiblement chargés	Structural components of low stress	
1.0501	Éléments de construction faiblement chargés	Structural components of some higher stress	
1.0503	Éléments de construction moyennement chargés	Structural components of standing stress	
1.0535	Arbres et engrenages	Gear shafts and wheels	
1.0601	Arbres, broches, axes, boulons	Arbors, spindles, axes, bolts	
1.1133	Pièces forgées de grandes dimensions	Large forged pieces	
1.1151	Éléments de construction faiblement chargés	Structural components of low stress	
1.1157	Éléments pour la construction mécanique générale	Structural components for general mech. engineering	
1.1165	Éléments pour la construction mécanique générale	Structural components for general mech. engineering	
1.1167	Arbres de grands moteurs, disques de grand diamètre	Arbors and discs of large diesel engines	
1.1170	Éléments pour la construction mécanique générale	Structural components for general mech. engineering	
1.1180	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1181	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1191	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1201	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1203	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1209	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1221	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1223	Construction d'automobiles, de moteurs et de machines	Automobile- and motor construction, mech. engineering	
1.1273	Éléments de construction résistant à l'usure	Wear-resistant structural components	
1.1401	Pièces pour des machines concassage	Parts for crushing machines	
1.1561	Acier pour trempe au chalumeau ≤ 100 mm Ø trempe superficielle par induction ≤ 250 mm Ø	Steel for flame hardening ≤ 100 mm Ø and induction hardening ≤ 250 mm Ø	
1.1563			
1.1565			
1.5120	Arbres, axes, boulons moyennement chargés	Arbors, axes, bolts for standing stress	
1.5121	Éléments de construction, axes, tourillons etc.	Structural components, axes, pins etc.	
1.5122	Vilebrequins, axes, arbres pour dynamos	Crankshafts, axes, dynamo arbors	
1.5131	Crochets de traction, éléments de construction mécanique	Hauling hooks, parts for mech. engineering of high resistance	
1.5141	Roues dentées, arbres, bielles etc.	Gear wheels, arbors, connecting rods	
1.5223	Arbres pour chaînes, boulons pour bielles	Arbors, chain wheels, pin bolts	
1.5704	Bielles, boulons, arbres, tourillons (usés des deux côtés)	Connecting rods, bolts, arbors, pins, axle arms	
1.5736	Roues dentées, vilebrequins, éléments d'engrenage	Gear wheels, crankshafts, gear components	
1.5755	Bielles pour des moteurs diesel, vilebrequins et arbres pour avions	Connecting rods for diesel engines, crankshafts, crankshafts	
1.5854	Éléments de construction pour très hautes sollicitations	Structural components for very heavy demands	
1.6511	Axes, fusées des axes, bielles, arbres	Axes, axle arms, connecting rods, arbors	
1.6513	Éléments de construction pour très hautes sollicitations	Structural components for very heavy demands	
1.6580	Éléments de construction pour hautes sollicitations	Structural components for heavy demands	
1.6582	Vilebrequins, arbres excentriques, éléments de distribution	Crankshafts, eccentric shafts, gear components	
1.7003	Construction de véhicules et moteurs	Vehicle and motor construction	
1.7006	Construction de véhicules et moteurs	Vehicle and motor construction	
1.7033	Axes, fusées des axes, éléments de direction	Axle, axle arms, control components	
1.7034	Éléments d'engrenage, liges de piston, vilebrequins	Gear components, piston bars, crankshafts	
1.7035	Axes, fusées des axes, éléments de direction	Axles, axle journals, control components	
1.7037	Pour décolletage, éléments d'engrenage, liges de piston, vilebrequins	For free-cutting, gear components, piston bars, crankshafts	
1.7038	Comme norme no. 1.7037 mais en plus pour roues dentées trempées en bain de cyanure	Like standard no. 1.7037 but in addition cyanide hardened gear wheels	
1.7039			
1.7218	Arbres et fusées des axes, éléments de turbines	Axle arbors, axle arms, turbine components	
1.7220	Vilebrequins, arbres des axes, bandages	Crankshafts, axle arbors, tyres	
1.7225	Roues dentées, pignons, bielles etc.	Gear wheels, pinions, connecting rods	
1.7226	Comme norme no. 1.7225, d'une meilleure usinabilité	Like standard no. 1.7225 but better cutting property	
1.7227	Comme norme no. 1.7225, d'une meilleure usinabilité	Like standard no. 1.7225 but better cutting property	
1.7228	Couronnes, arbres, éléments de distribution	Gears, arbors, control components, links	
1.7361	Éléments de construction pour hautes sollicitations	Structural components for heavy demands	
1.7561	Arbres des transmissions, pignons de commande, arbres des arbres	Rear axle arbors, gear components, pinion arbors	
1.7707	Vilebrequins, axes, boulons etc.	Crankshafts, axes, bolts etc.	
1.8159	Éléments d'engrenage et d'articulation, roues dentées, arbres	Gear and articulation components, gear wheels, arbors	
1.8161	Arbres de direction, roues dentées, arbres etc.	Driving wheels, arbors	

Kugellagerstähle

Aciers pour roulements à billes

Ball bearing steels

1.3501	Billes, rouleaux, aiguilles 10 mm Ø	Balls, rollers, needles up to 10 mm Ø
1.3503	Billes, rouleaux, aiguilles 10-17 mm Ø	Balls, rollers, needles 10-17 mm Ø
1.3505	Billes, rouleaux, aiguilles jusqu'à 30 mm Ø	Balls, rollers, needles up to 30 mm Ø
1.3528	etc. jusqu'à 50 mm Ø ou plus	Links, etc. up to 50 mm Ø or more
1.3535	Billes et rouleaux jusqu'à 50 mm Ø	Balls and rollers up to 50 mm Ø
1.3551	Frottements à galets résistants à l'usure	High friction plate anti-friction bearing steel
1.4112	Billes, rouleaux, aiguilles et bagues de cage à billes	Balls, rollers, needles and rings for standard bearings
1.4125		

Vergütungsstähle

Aciers d'amélioration

Heat-treatable steels

Stoff-Nr.	Verwendungszweck	LAMPIRAN
1.0402	Bauteile geringer Beanspruchung im Kraftwagen-, Maschinen-, Motoren- und Apparatebau	
1.0501	Bauteile mit hoher Beanspruchung im Kraftwagen-, Maschinen-, Motoren- und Apparatebau	
1.0503	Bauteile mittlerer Beanspruchung im Kraftwagen-, Motoren-, Maschinen- und Apparatebau	
1.0535	Bauteile höherer Beanspruchung im Maschinen-, Kraftwagen- und Motorenbau, wie Getriebewellen, Getriebeläder usw.	
1.0601	Bauteile hoher Beanspruchung im Maschinen- und Fahrzeugbau, wie Wellen, Spindeln, Achsen, Bolzen und ähnliche Teile	
1.1133	Größere Schmiedestücke für den Maschinen- und Fahrzeugbau	
1.1151	Bauteile aus Stahl mit höherem Reinheitsgrad für geringe Beanspruchung im Kraftwagen-, Maschinen-, Motoren- und Apparatebau	
1.1157	Bauteile aus Mn-legiertem Vergütungsstahl für den allgemeinen Maschinen- und Fahrzeugbau	
1.1165	Bauteile aus Mn-legiertem Vergütungsstahl, mit ausreichenden Schweißereigenschaften, für den allgemeinen Maschinenbau	
1.1167	Bauteile höherer Festigkeit, mit ausreichenden Schweißereigenschaften, für den allgemeinen Maschinenbau	
1.1170	Bauteile aus Mn-legiertem Vergütungsstahl für den allgemeinen Maschinen- und Fahrzeugbau	
1.1180	Bauteile höherer Beanspruchung, für spanende Bearbeitung, im Maschinen-, Kraftwagen-, Motoren- und Apparatebau	
1.1181	Bauteile aus Stahl mit höherem Reinheitsgrad für etwas höhere Beanspruchung im Maschinen-, Kraftwagen- und Motorenbau	
1.1191	Bauteile aus Stahl mit höherem Reinheitsgrad für mittlere Beanspruchung im Kraftwagen-, Motoren-, Maschinen- und Apparatebau	
1.1201	Bauteile mittlerer Beanspruchung, für spanende Bearbeitung, im Maschinen-, Kraftwagen-, Motoren- und Apparatebau	
1.1203	Bauteile aus Stahl mit höherem Reinheitsgrad für höhere Beanspruchung im Maschinen-, Kraftwagen- und Motorenbau	
1.1209	Bauteile höherer Beanspruchung, für spanende Bearbeitung, im Maschinen-, Kraftwagen-, Motoren- und Apparatebau	
1.1221	Bauteile aus Stahl mit höherem Reinheitsgrad für hohe Beanspruchung im Maschinen-, Kraftwagen- und Motorenbau	
1.1223	Bauteile hoher Beanspruchung, für spanende Bearbeitung, im Maschinen-, Kraftwagen- und Motorenbau	
1.1273	Verschleißfeste Bauteile für den allgemeinen Maschinen- und Fahrzeugbau	
1.3401	Verschleißfeste Bauteile für Zerkleinerungsmaschinen, wie Brechbacken, Baggerbolzen, Baggerbuchsen, Greifzähne und ähnlich beanspruchte Teile	
1.3561	Stahl für Flamm- und Induktionsartung $\leq 1000^\circ\text{C}$	
1.3563	Stahl für Flamm- und Induktionsartung $\leq 2500^\circ\text{C}$	
1.3565	Stahl für Flamm- und Induktionsartung $\leq 2500^\circ\text{C}$	
1.5120	Bauteile mittlerer Beanspruchung für den Maschinen- und Fahrzeugbau, wie Wellen, Achsen, Bolzen usw.	
1.5121	Bauteile mittlerer Beanspruchung für den Maschinen- und Fahrzeugbau, wie Achsen, Zapfen, Hebel, Wellen usw.	
1.5122	Bauteile mit Verschleißbeanspruchung, wie Kurbelwellen, Getriebeteile, Dynamowellen, Achsen, Teile in Förderanlagen usw.	
1.5131	Bauteile höherer Festigkeit für den Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Zughaken und ähnlich beanspruchte Teile	
1.5141	Teile mit erhöhter Verschleißbeanspruchung, wie Getriebeteile, Kammwalzen und ähnliche Teile	
1.5223	Hochbeanspruchte Bauteile mit einer Festigkeit von 880-1030 N/mm ² im allgemeinen Maschinen- und Fahrzeugbau, wie Achsen, Kettenräder usw.	
1.5310	Hochbeanspruchte Teile im Automobil- und Motorenbau, wie Bolzen, Pleuelstangen, Achsschenkel, Wellen, Zapfen, Kallenteile, Schrauben	
1.5336	Kurbelwellen, Zahnradritzel, Wellen, Getriebeteile, Kallenteile und andere auf hohe Biege- und Verdrehfestigkeit beanspruchte Maschinenteile	
1.5355	Kurbel- und Kardanwellen, Pleuelstangen für Dieselmotoren, Steuerungs- und Getriebeteile für den Fahrzeug- und Motorenbau	
1.5864	Bauteile mit einer Festigkeit von 1270-1470 N/mm ² für hochbeanspruchte Teile im Maschinen- und Motorenbau	
1.6511	Hochbeanspruchte Teile im Fahrzeug- und Motorenbau, wie Pleuelstangen, Achsen, Achsschenkel, Lagerwellen und ähnlich beanspruchte Teile	
1.6513	Bauteile mit höchsten Ansprüchen und Schmiedestücke für Vergütungsquerschnitte über 500 mm \varnothing	
1.6580	Hochbeanspruchte Teile im Automobil- und Motorenbau bezug auf Festigkeit, Zähigkeit und Elastizität	
1.6582	Hochbeanspruchte Bauteile im Automobil- und Motorenbau, wie Kurbelwellen, Steuerungsteile, Getriebeteile, Antriebsachsen, Exzenterwellen	
1.7003	Bauteile für den allgemeinen Fahrzeug- und Motorenbau	
1.7006	Bauteile für den allgemeinen Fahrzeug- und Motorenbau	
1.7033	Kurbelwellen und sonstige Antriebssteile, sowie Vorderachsen, Achsschenkel, Lenkungssteile für den Fahrzeug- und Maschinenbau	
1.7034	Getriebeteile, Wellen, Pleuelstangen, Kurbelwellen, außerdem Zahnradritzel, die aus dem Zyanbad gehärtet werden	
1.7035	Bauteile für den Fahrzeug- und Motorenbau, wie Kurbelwellen, Vorderachsen, Achsschenkel, Lenkungssteile und ähnliche Teile	
1.7037	Vergütungsstahl für spanende Bearbeitung Getriebeteile, Wellen, Pleuelstangen	
1.7038		
1.7039	Wie Stoff-Nr. 1.7037, außerdem Zahnradritzel, die aus dem Zyanbad gehärtet werden	
1.7219	Teile im Automobil- und Fahrzeugbau, wie Achswellen, Achsschenkel, Turbinenteile, Turbinenläufer usw.	
1.7220	Bauteile hoher Zähigkeit im Automobil- und Flugzeugbau, wie Kurbelwellen, Achsschenkel, Pleuelstangen, Pleuelwellen, Bandagen	
1.7225	Teile hoher Zähigkeit im Automobil- und Flugzeugbau, wie Achsschenkel, Achsen, Pleuelstangen, Kurbelwellen, Pleuelwellen, Pleuelwellen, Bandagen	
1.7226	Wie Stoff-Nr. 1.7225, bessere Zerspanungseigenschaften	
1.7227	Wie Stoff-Nr. 1.7225, bessere Zerspanungseigenschaften	
1.7228	Bauteile hoher Zähigkeit im Automobil- und Flugzeugbau, wie Getriebeteile, Steuerungsteile, Wellen, Achsen, Buchsen, Ringe, Walzen	
1.7261	Bauteile mit hohen Ansprüchen an die Festigkeit, Zähigkeit und Elastizität	
1.7581	Hochverschleißfeste Teile großer Abmessungen im Automobil- und Getriebebau, wie Pleuelstangen, Pleuelwellen, Pleuelwellen, Pleuelwellen usw.	
1.7707	Bauteile hoher Zähigkeit im Automobil- und Fahrzeugbau, wie hochbeanspruchte Kurbelwellen, Bolzen, Schrauben und ähnlich beanspruchte Teile	
1.8159	Hochverschleißfeste Teile im Automobil- und Getriebebau, wie Zahnradritzel, Pleuelstangen, Pleuelwellen, Pleuelwellen, Pleuelwellen usw.	
1.8161	Hochverschleißfeste Teile großer Abmessungen im Automobil- und Getriebebau, wie Pleuelstangen, Pleuelwellen, Pleuelwellen, Pleuelwellen usw.	

Kugelfagerstähle

Aciers pour roulements à billes

Ball bearing steels

1.3501	Kugeln, Rollen, Nadeln aller Art, aus einem Durchmesser von höchstens 10 mm
1.3503	Kugeln, Rollen, Ringe aller Art, aus einem Durchmesser von 10 bis 25 mm
1.3505	Kugeln, Rollen, Ringe und Scheiben aus einem Durchmesser von 30 mm
1.3520	Kugeln, Rollen, Ringe und Scheiben aus einem Durchmesser von 50 mm
1.3516	Schwere Ringe und Rollen mit einer Fertigungstoleranz von mehr als 50 mm
1.3551	Kugeln, Rollen, Nadeln und Ringe, sowohl heiß als auch kalt für wärmebeständige Lager
1.4112	Kugeln, Rollen, Nadeln, Ringe und Scheiben nichtrostender Werkstoffe
1.4125	Kugeln, Rollen, Nadeln, Ringe und Scheiben nichtrostender Werkstoffe höherer Härte

Vergütungsstähle		Aciers d'amélioration					Heat-treatable steels				
Stoff-Nr. Norme No. Standard No.	Wärmebehandlung		Traitement thermique					LAMPIRAN		Heat-treatment	
	Warmformgebung Façonnage à chaud Hot working °C	Weichglühen Recuit adoucessement Soft annealing °C	Normalglühen Normaliser Normalizing °C	Spannungsfrei-glühen Recuit de détente Stress-free annealing °C	Härte temperatur mit Abschrecken Température de traitement pour tremper à Hardening temperature for quenching in				Luft Air Air °C	Antenne Faire revenir Temper °C	
					Wasser Eau Water °C	Öl Huile Oil °C	Warm Bain cl Hot quench °C	bad bain quenching			
1.0402	1100-900	650-700	800-910	-	850-890	870-900	-	-	-	550-660	
1.0501	1100-850	650-700	860-890	-	840-870	850-880	-	-	-	550-660	
1.0503	1100-850	650-700	840-870	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.0535	1050-850	650-700	830-860	-	805-835	815-845	-	-	-	550-660	
1.0601	1050-850	650-700	820-850	-	800-830	810-840	-	-	-	550-660	
1.1130	1100-850	650-700	850-880	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.1151	1100-900	650-700	880-910	-	860-890	870-900	-	-	-	550-660	
1.1157	1100-850	650-700	850-880	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.1165	1100-850	650-700	850-880	-	820-850	-	-	-	-	450-650	
1.1167	1100-850	650-700	850-880	-	820-850	-	-	-	-	480-650	
1.1170	1100-850	650-700	850-880	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.1180	1100-850	650-700	860-890	-	840-870	850-880	-	-	-	550-660	
1.1181	1100-850	650-700	860-890	-	840-870	850-880	-	-	-	550-660	
1.1191	1100-850	650-700	840-870	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.1201	1100-850	650-700	840-870	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.1203	1050-850	650-700	830-860	-	805-835	815-845	-	-	-	550-660	
1.1209	1050-850	650-700	830-860	-	805-835	815-845	-	-	-	550-660	
1.1221	1050-850	650-700	820-850	-	800-830	810-840	-	-	-	550-660	
1.1223	1050-850	650-700	820-850	-	800-830	810-840	-	-	-	550-660	
1.1273	1100-850	640-680	860-890	-	-	790-860	-	-	-	480-650	
1.3401	1100-850	-	-	-	1000-1050 *)	-	-	-	-	-	
1.3561	1100-850	650-700	840-870	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.3563	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.3565	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.5120	1050-850	680-720	860-890	-	-	820-850	-	-	-	550-660	
1.5121	1050-850	680-720	860-890	-	-	820-850	-	-	-	550-660	
1.5122	1100-850	680-720	860-890	-	820-850	830-860	-	-	-	480-650	
1.5131	1050-850	680-720	850-880	-	-	820-850	-	-	-	550-660	
1.5141	1100-850	650-700	840-870	-	-	810-840	-	-	-	480-610	
1.5223	1100-850	640-680	860-890	-	-	840-870	-	-	-	480-650	
1.5710	1100-850	620-660	850-880	-	-	830-860	-	-	-	500-650	
1.5736	1100-850	620-660	850-880	-	-	830-860	-	-	-	500-650	
1.5755	1050-850	610-640	840-870	-	-	800-850	-	-	-	550-630	
1.5864	1100-850	580-610	830-860	-	-	820-850	-	820-850	-	450-650	
1.6511	1050-850	650-700	850-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.6513	1050-850	650-700	850-880	-	-	830-860	-	-	-	540-680	
1.6580	1050-850	650-700	850-880	-	-	830-860	-	-	-	540-680	
1.6582	1050-850	650-700	850-880	-	-	830-860	-	-	-	540-680	
1.7003	1100-850	650-700	850-880	-	830-860	840-870	-	-	-	550-660	
1.7006	1100-850	650-700	840-870	-	820-850	830-860	-	-	-	550-660	
1.7033	1050-850	680-720	850-890	-	830-860	840-870	-	-	-	540-680	
1.7034	1050-850	680-720	845-885	-	825-855	835-865	-	-	-	540-680	
1.7035	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.7037	1050-850	680-720	850-890	-	830-860	840-870	-	-	-	540-680	
1.7038	1050-850	680-720	845-885	-	825-855	835-865	-	-	-	540-680	
1.7039	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.7218	1050-850	680-720	860-900	-	840-870	850-880	-	-	-	540-680	
1.7220	1050-850	680-720	850-890	-	830-860	840-870	-	-	-	540-680	
1.7225	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.7226	1050-850	680-720	850-890	-	830-860	840-870	-	-	-	540-680	
1.7227	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.7228	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.7361	1100-900	680-720	820-920	-	-	860-900	-	-	-	540-680	
1.7551	1100-850	680-720	850-890	-	-	830-860	-	-	-	480-650	
1.7707	1050-850	680-720	860-900	-	840-870	850-880	-	-	-	540-680	
1.8159	1050-850	680-720	840-880	-	820-850	830-860	-	-	-	540-680	
1.8181	1050-850	680-720	850-890	-	-	820-850	-	-	-	480-650	

*) Verwendung im abgeschreckten Zustand - Utilisation à l'état trempé - Application in quenched condition

Kugellagerstähle		Aciers pour roulements à billes					Ball bearing steel			
1.3501	1100-850	730-760	850-880	600-650	780-810	810-840	-	-	-	150-17
1.3503	1100-850	730-760	860-890	600-650	790-820	820-850	-	-	-	150-17
1.3505	1100-850	730-760	870-900	600-650	800-830	830-860	830-870	-	-	150-17
1.3520	1100-850	730-760	860-890	600-650	-	830-860	830-860	-	-	150-17
1.3536	1100-850	730-760	880-910	600-650	-	830-860	-	-	-	150-17
1.3551	1100-800	800-820	-	-	-	1090-1125	1090-1125	-	-	510-5
1.4112	1100-800	820-860	-	-	-	1040-1070	-	-	-	100-2
1.4125	1100-800	820-860	-	-	-	1030-1060	-	-	-	100-2

Vergütungsstähle

Aciers d'amélioration



Heat-treatable steels

Stoff-Nr. Norme No Standard- No.	Mechanische Eigenschaften, vergütet				Caractéristiques mécaniques, traité								Mechanical properties, quenched and tempered							
	Streckgrenze a Limite élastique Yield point				Zugfestigkeit Résistance à la traction Tensile strength				Dehnung Allongement Elongation L ₀ =5d ₀				Einschnürung Réduction à la rupture Reduction of area				Kerbschlagarbeit Travail d'impact Impact work (DVM)			
	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	100-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	100-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	100-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	100-160 mm	-16 mm	17-40 mm	41-100 mm	100-160 mm
	≥ N/mm ²				N/mm ²				%				%				J			
10402	355	295	-	-	540-690	490-640	-	-	20	22	-	-	40	45	-	-	-	-	-	-
10501	420	365	325	-	620-760	560-700	540-690	-	17	19	20	-	35	40	45	-	-	-	-	-
10503	480	410	375	-	700-840	650-800	620-760	-	14	16	17	-	30	35	40	-	-	-	-	-
10535	540	460	420	-	780-930	740-890	700-840	-	12	14	15	-	20	20	25	-	-	-	-	-
10601	570	490	450	-	830-980	780-930	740-890	-	11	13	14	-	20	20	25	-	-	-	-	-
11133	390	345	295	-	540-690	490-640	450-590	-	22	20	18	-	50	55	60	-	68	69	76	-
11151	355	295	-	-	540-690	490-640	-	-	20	22	-	-	45	50	-	-	55	55	-	-
11157	625	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	34	41	41	-
11165	540	440	410	440	780-930	690-830	690-830	640-780	14	15	15	16	45	50	50	55	41	46	46	55
11167	685	590	540	440	920-1080	830-980	740-890	640-780	9	10	12	15	35	40	45	50	41	41	48	53
11170	590	490	440	-	780-930	690-830	640-780	-	13	15	16	-	40	45	50	-	41	46	48	-
11180	420	365	325	-	620-760	560-700	540-690	-	17	19	20	-	40	45	50	-	41	41	41	-
11181	420	365	325	-	620-760	560-700	540-690	-	17	19	20	-	40	45	50	-	41	41	41	-
11191	480	410	375	-	700-840	660-800	620-760	-	14	16	17	-	35	40	45	-	27	27	27	-
11201	480	410	375	-	700-840	660-800	620-760	-	14	16	17	-	35	40	45	-	27	27	27	-
11203	540	460	420	-	780-930	740-890	700-840	-	12	14	15	-	25	25	30	-	-	-	-	-
11209	540	460	420	-	780-930	740-890	700-840	-	12	14	15	-	25	25	30	-	-	-	-	-
11211	570	490	450	-	830-980	780-930	740-890	-	11	13	14	-	25	25	30	-	-	-	-	-
11223	570	490	450	-	830-980	780-930	740-890	-	11	13	14	-	25	25	30	-	-	-	-	-
11273	1375	1325	1275	-	~ 1670	~ 1670	~ 1670	-	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13401	410	390	345	-	680-830	630-780	590-730	-	10	12	13	-	40	45	50	-	24	24	137	-
13561	640	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	35	42	42	-
13563	800	760	640	560	1080-1270	960-1180	880-1000	780-900	10	11	12	13	40	45	50	55	35	42	42	44
13565	880	780	690	610	1080-1270	960-1180	880-1000	830-950	9	10	12	13	40	45	50	50	35	35	35	35
15120	785	635	560	440	930-1130	830-1030	740-890	640-740	11	12	13	14	35	40	45	50	21	27	34	41
15121	835	735	635	490	1030-1230	930-1130	830-930	830-930	11	12	14	15	35	40	45	50	27	34	34	41
15122	785	635	510	-	980-1180	880-1080	780-930	-	11	12	14	-	35	40	45	-	21	27	34	-
15131	-	620	520	-	830-930	740-860	-	-	11	13	-	-	40	45	-	-	34	41	-	-
15141	-	635	540	440	880-1030	780-930	690-830	-	12	14	15	-	35	40	45	-	27	34	41	-
15223	885	785	685	-	980-1270	880-1180	880-1030	-	10	11	12	-	30	35	40	-	21	27	34	-
15710	785	685	590	490	980-1180	880-1030	780-930	690-830	11	13	14	15	45	50	55	60	48	62	69	76
15736	-	785	685	590	1030-1180	880-1030	740-890	-	10	12	14	-	45	50	55	-	48	62	69	76
15755	-	735	635	590	930-1080	830-930	780-930	-	11	12	13	-	45	50	55	-	55	55	62	-
15864	-	-	1030	885	-	1270-1470	1080-1270	-	7	9	-	-	35	40	-	-	34	41	-	-
16511	885	785	685	590	1080-1275	980-1180	880-1030	780-930	10	11	12	13	45	50	55	60	41	41	48	49
16513	-	-	590	-	-	-	740-930	-	-	-	13	-	-	-	60	-	-	-	-	47
16580	1030	1030	885	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	9	9	10	11	40	40	45	50	34	34	41	41
16582	980	885	785	685	1180-1370	1080-1270	980-1180	880-1080	9	10	11	12	40	45	50	55	41	48	48	48
17003	540	440	345	-	780-930	690-830	590-740	-	14	15	17	-	40	45	50	-	41	41	41	-
17006	635	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	34	41	41	-
17033	685	590	460	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	41	48	48	-
17034	735	630	510	-	930-1130	830-980	740-890	-	11	13	14	-	40	45	50	-	34	41	41	-
17035	785	685	590	-	980-1180	880-1080	780-930	-	11	12	14	-	40	45	50	-	34	41	41	-
17037	685	590	460	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	41	48	48	-
17038	735	630	510	-	930-1130	830-980	740-890	-	11	13	14	-	40	45	50	-	34	41	41	-
17039	785	685	590	-	980-1180	880-1080	780-930	-	11	12	14	-	40	45	50	-	34	41	41	-
17218	885	785	685	410	880-1080	780-930	690-830	640-780	12	14	15	16	50	55	60	65	48	55	55	66
17220	785	685	590	510	980-1180	880-1080	780-930	740-890	11	12	14	15	45	50	55	60	41	48	48	48
17225	885	785	685	560	1080-1270	980-1180	880-1080	780-930	12	11	12	13	40	45	50	55	34	41	41	41
17226	785	685	590	510	980-1180	880-1080	780-930	740-890	11	12	14	15	45	50	55	60	41	48	48	48
17227	885	785	685	560	1080-1270	980-1180	880-1080	780-930	10	11	12	13	40	45	50	55	34	41	41	41
17228	885	785	685	635	1080-1270	980-1180	880-1080	830-930	9	10	12	13	40	45	50	55	34	34	34	34
17361	1030	1030	885	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	4	9	10	11	35	35	40	45	34	34	41	46
17561	885	785	685	560	1080-1270	980-1180	880-1080	740-890	10	11	12	14	40	45	50	55	34	41	41	55
17707	1030	1030	885	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	9	9	10	11	35	35	40	45	34	34	41	48
18159	885	785	685	635	1080-1270	980-1180	880-1080	830-930	9	10	12	13	40	45	50	50	34	34	34	34
18161	1089	980	885	735	1320-1510	1180-1370	1080-1270	980-1180	7	8	10	12	40	45	50	55	21	27	34	41

Kugellagerstähle

Aciers pour roulements à billes

Ball bearing steels

Stoff-Nr. Norme No Standard- No.	Industrie- bezeichnung Designation industrie Designation of industry	Mechanische Eigenschaften		Caractéristiques mécaniques				Mechanical properties			
		Querschnitt Résistance à la traction Aggregated tensile strength R _m (30)	Verwendung Utilisation Application	Zustand gehärtet und abgeschliffen Condition tempered and polished Condition hardened and polished	Härte im Rohzustand Dureté, allum. pe a Hardness allum. pe design		RC (Härte) Anlagentemperatur Dureté RC à température de service RC hardness at operating temperature				
					Wasser Eau Water	Öl Huile Oil	100°C	150°C	200°C	250°C	
							RC	RC	RC	RC	
13501	W1	≥ 207	≤ 19 mm	●	66 RC	66 RC	66	60	61	58	
13503	W2	≥ 207	≤ 17 mm	●	65 RC	-	64	60	62	60	
13505	W3	≥ 207	≤ 30 mm	●	66 RC	66 RC	64	61	62	59	
13520	W4	≥ 207	≤ 50 mm	●	-	66 RC	65	63	61	59	
13536	W5	≥ 207	≤ 50 mm	●	-	65 RC	64	61	62	59	
13551	-	≥ 220	-	●	-	64 RC	64	61	61	64	
14112	-	≥ 250	-	●	-	60 RC	59	59	58	56	
14125	-	≥ 260	-	●	-	62 RC	61	61	59	57	

Fortsetzung nächste Seite - Suite prochaine page - Continued on next page.

Vergütungsstähle

Aciers d'amélioration

LAMPIRAN

Heat-treatable steels

Stoff-Nr. Norme No. Standard No.	Kurzname Symbole Symbol DIN	Bezeichnung Designation Designation Euronorm 83	Analyse					Analyse					Composition
			C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Sonstige Autres Others %		
10402	C22	-	0,18-0,25	0,15-0,35	0,30-0,60	0,045	≤ 0,045	-	-	-	-		
10501	C35	1C35	0,32-0,39	0,15-0,35	0,50-0,80	0,045	≤ 0,045	-	-	-	-		
10503	C45	1C45	0,42-0,50	0,15-0,35	0,50-0,80	0,045	≤ 0,045	-	-	-	-		
10535	C55	1C55	0,52-0,60	0,15-0,35	0,60-0,90	0,045	≤ 0,045	-	-	-	-		
10601	C60	1C60	0,57-0,65	0,15-0,35	0,60-0,90	0,045	≤ 0,045	-	-	-	-		
1.1133	20 Mn 5	-	0,17-0,23	0,30-0,60	1,00-1,30	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1151	Ck 22	-	0,18-0,25	0,15-0,35	0,30-0,60	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1157	40 Mn 4	-	0,36-0,44	0,25-0,50	0,80-1,10	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1165	30 Mn 5	-	0,27-0,34	0,15-0,40	1,20-1,50	0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	-	-	-		
1.1167	36 Mn 5	-	0,32-0,40	0,15-0,35	1,20-1,50	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1170	20 Mn 6	20 Mn 6	0,25-0,32	0,15-0,40	1,30-1,65	0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	-	-	-		
1.1180	Ck 35	3 C 35	0,32-0,39	0,15-0,35	0,50-0,80	0,035	0,020-0,035	-	-	-	-		
1.1181	Ck 35	2 C 35	0,32-0,39	0,15-0,35	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1191	Ck 45	-	0,42-0,50	0,15-0,35	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1201	Ck 45	3 C 45	0,42-0,50	0,15-0,35	0,50-0,80	0,035	0,020-0,035	-	-	-	-		
1.1203	Ck 55	2 C 55	0,52-0,60	0,15-0,35	0,60-0,90	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1209	Ck 55	3 C 55	0,52-0,60	0,15-0,35	0,60-0,90	0,035	0,020-0,035	-	-	-	-		
1.1221	Ck 60	2 C 60	0,57-0,65	0,15-0,35	0,60-0,90	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.1223	Ck 60	3 C 60	0,57-0,65	0,15-0,35	0,60-0,90	0,035	0,020-0,035	-	-	-	-		
1.1273	90 Mn 4	-	0,85-0,95	0,25-0,50	0,90-1,10	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.2401	X120 Mn 12	-	1,10-1,30	0,30-0,50	12,00-13,00	0,100	≤ 0,040	(1,50)	-	-	-		
1.2561	44 Cr 2	-	0,42-0,48	0,15-0,40	0,50-0,80	0,025	≤ 0,035	0,45-0,60	-	-	Cu ≤ 0,30		
1.2563	40 Cr Mo 4	-	0,38-0,44	0,15-0,40	0,50-0,80	0,025	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	-	Cu ≤ 0,30		
1.2565	48 Cr Mo 4	-	0,46-0,52	0,15-0,40	0,50-0,80	0,025	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	-	Cu ≤ 0,30		
1.5120	38 Mn Si 4	-	0,34-0,42	0,70-0,90	0,90-1,20	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.5121	46 Mn Si 4	-	0,42-0,50	0,70-0,90	0,90-1,20	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.5122	37 Mn Si 5	-	0,33-0,41	1,10-1,40	1,10-1,40	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.5131	50 Mn Si 4	-	0,45-0,53	0,70-1,00	0,90-1,20	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.5141	50 Mn Si 4	-	0,50-0,57	0,80-1,00	0,80-1,20	0,035	≤ 0,035	-	-	-	-		
1.5223	42 Mn V 7	-	0,38-0,45	0,15-0,35	1,60-1,90	0,035	≤ 0,035	-	-	-	Mo 0,07-0,12		
1.5710	35 NiCr 6	-	0,32-0,40	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	≤ 0,035	0,30-0,70	-	1,25-1,75	-		
1.5736	35 NiCr 10	-	0,32-0,40	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	≤ 0,035	0,55-0,95	-	2,25-2,75	-		
1.5755	31 NiCr 14	-	0,27-0,35	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	≤ 0,035	0,55-0,95	-	3,25-3,75	-		
1.5864	35Ni Cr 8	-	0,30-0,40	0,15-0,35	0,40-0,80	0,035	≤ 0,035	1,10-1,50	-	4,25-4,75	-		
16511	36 CrNiMo 4	-	0,32-0,40	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	0,50-1,20	-		
16513	28 NiCrMo 4	-	0,24-0,34	0,15-0,40	0,30-0,60	0,035	≤ 0,035	1,00-1,30	0,20-0,30	1,00-1,30	-		
16580	30 CrNiMo 8	30 CrNiMo 8	0,26-0,33	0,15-0,40	0,30-0,60	0,035	≤ 0,035	1,80-2,20	0,30-0,50	1,80-2,20	-		
16582	34CrNiMo6	35CrNiMo6	0,30-0,38	≤ 0,40	0,40-0,70	0,035	≤ 0,035	1,40-1,70	0,15-0,35	1,40-1,70	-		
17003	38 Cr 2	38 Cr 2	0,34-0,41	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,40-0,60	-	-	-		
17006	46 Cr 2	46 Cr 2	0,42-0,50	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,40-0,60	-	-	-		
17033	34 Cr 4	34 Cr 4	0,30-0,37	0,15-0,40	0,60-0,90	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	-	-	-		
17034	37 Cr 4	37 Cr 4	0,34-0,41	0,15-0,40	0,60-0,90	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	-	-	-		
17035	41 Cr 4	41 Cr 4	0,38-0,45	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	-	-	-		
17037	34CrS 4	-	0,30-0,37	0,15-0,40	0,60-0,90	0,035	0,020-0,035	0,90-1,20	-	-	-		
17038	37CrS 4	-	0,34-0,41	0,15-0,40	0,60-0,90	0,035	0,020-0,035	0,90-1,20	-	-	-		
17039	41 CrS 4	-	0,38-0,45	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	0,020-0,035	0,90-1,20	-	-	-		
17218	24CrMo 4	A 25 Cr Mo 4	0,22-0,29	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	-	-		
17220	34CrMo 4	34CrMo 4	0,30-0,37	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	≤ 0,60	-		
17225	42 CrMo 4	42 Cr Mo 4	0,38-0,45	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	≤ 0,60	-		
17226	34 CrMoS 4	-	0,30-0,37	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	0,020-0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	-	-		
17227	42 CrMoS 4	-	0,38-0,45	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	0,020-0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	-	-		
17228	50 CrMo 4	-	0,46-0,54	0,15-0,40	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	0,15-0,30	≤ 0,60	-		
17361	32CrMo 12	-	0,28-0,35	0,15-0,40	0,40-0,70	0,035	≤ 0,035	2,80-3,30	0,30-0,50	-	-		
17561	42CrV6	-	0,38-0,46	0,15-0,35	0,50-0,80	0,035	≤ 0,035	1,40-1,70	-	-	Mo 0,07-0,12		
17707	30 CrMoV9	-	0,26-0,34	0,15-0,40	0,40-0,70	0,035	≤ 0,035	2,30-2,70	0,15-0,25	-	Mo 0,10-0,20		
18159	50 CrV 4	50 Cr 4	0,47-0,55	0,15-0,40	0,70-1,10	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	-	-	Mo 0,10-0,20		
18161	48 CrV 4	-	0,55-0,62	0,15-0,40	0,70-1,10	0,035	≤ 0,035	0,90-1,20	-	-	Mo 0,10-0,20		

Kugellagerstähle

Aciers pour roulements à billes

Ball bearing steels

Stoff-Nr. Norme No. Standard No.	Kurzname Symbole Symbol DIN	Bezeichnung Designation Designation Euronorm 83	Analyse					Analyse					Composition
			C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Sonstige Autres Others %		
13501	105 Cr 2	W1	0,95-1,10	0,15-0,35	0,25-0,40	0,030	≤ 0,025	0,40-0,60	-	-	≤ 0,30	Cu ≤ 0,30	
13503	105 Cr 4	W2	1,00-1,10	0,15-0,35	0,25-0,40	0,030	≤ 0,025	0,90-1,15	-	-	-	-	
13505	100 Cr 6	W3	0,95-1,10	0,15-0,35	0,25-0,40	0,030	≤ 0,025	1,40-1,65	-	-	≤ 0,30	Cu ≤ 0,30	
13520	100 CrMo 8	W 4	0,90-1,05	0,50-0,70	1,00-1,20	0,030	≤ 0,025	1,40-1,65	-	-	≤ 0,30	Cu ≤ 0,30	
13536	100 CrMo 8	W5	0,90-1,05	0,20-0,40	0,00-0,30	0,030	≤ 0,025	1,65-1,95	0,20-0,35	-	≤ 0,30	Cu ≤ 0,30	
13551	80 MoCoY 42 16	-	0,11-0,35	≤ 0,25	≤ 0,35	0,015	≤ 0,015	3,75-4,25	4,00-4,50	-	-	Mo 90-1,0	
1.4112	X 90 CrMoV 18	-	0,65-0,95	≤ 1,00	≤ 1,00	0,045	≤ 0,030	17,00-19,00	0,90-1,30	-	≤ 0,30	Mo 0,07-0,12	
1.4125	X105 CrMo 17	-	0,95-1,20	≤ 1,00	≤ 1,00	0,045	≤ 0,030	16,00-18,00	0,40-0,80	-	-	-	

Vergütungsstähle

Aciers d'amélioration LANPIRAN

Heat-treatable steels

Stoff-Nr. Norme No Standard- No.	Mechanische Eigenschaften, vergütet				Caractéristiques mécaniques, traité				Mechanical properties, quenched and tempered												
	Streckgrenze Limite élastique Yield point				Zugfestigkeit Résistance à la traction Tensile strength				Dehnung Allongement Elongation L ₀ = 5 d ₀				Einschnürung Striction à la rupture Reduction of area				Kerbschlagarbeit Travail d'impact Impact work (DVM)				
	16	17-40	41-100	100-160	16	17-40	41-100	100-160	16	17-40	41-100	100-160	16	17-40	41-100	100-160	16	17-40	41-100	100-160	
	N/mm ²				N/mm ²				%				%				J				
10402	355	295	-	-	540-690	490-640	-	-	20	22	-	-	40	45	-	-	-	-	-	-	
10501	420	365	325	-	620-760	580-730	540-690	-	17	19	20	-	35	40	45	-	-	-	-	-	
10503	480	410	375	-	700-840	660-800	620-760	-	14	17	17	-	30	35	40	-	-	-	-	-	
10535	540	460	420	-	780-930	740-880	700-840	-	12	14	15	-	20	30	35	-	-	-	-	-	
10601	510	430	450	-	830-980	780-930	740-890	-	11	13	14	-	20	30	35	-	-	-	-	-	
1.1133	390	345	295	-	540-690	490-640	450-590	-	22	20	20	-	50	55	60	-	-	69	69	75	
1.1151	355	295	-	-	540-690	490-640	-	-	20	22	-	-	45	50	-	-	-	55	55	-	
1.1157	635	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	34	41	41	
1.1163	540	440	440	440	780-930	690-830	690-830	640-780	14	15	15	16	45	50	50	55	-	41	48	48	55
1.1167	585	590	540	440	930-1080	830-980	740-880	640-780	9	10	12	15	35	40	45	50	-	41	48	48	58
1.1170	590	490	440	-	780-930	690-830	640-780	-	13	15	16	-	40	45	50	-	-	41	48	48	-
1.1180	420	365	325	-	620-760	580-730	540-690	-	17	19	20	-	40	45	50	-	-	41	41	41	-
1.1181	420	365	325	-	620-760	580-730	540-690	-	17	19	20	-	40	45	50	-	-	41	41	41	-
1.1191	480	410	375	-	700-840	660-800	620-760	-	14	16	17	-	35	40	45	-	-	27	27	27	-
1.1201	480	410	375	-	700-840	660-800	620-760	-	14	16	17	-	35	40	45	-	-	27	27	27	-
1.1203	540	460	420	-	780-930	740-880	700-840	-	12	14	15	-	25	35	40	-	-	-	-	-	-
1.1209	540	460	420	-	780-930	740-880	700-840	-	12	14	15	-	25	35	35	40	-	-	-	-	-
1.1221	570	490	450	-	830-980	780-930	740-880	-	11	13	14	-	25	35	35	40	-	-	-	-	-
1.1223	570	490	450	-	830-980	780-930	740-880	-	11	13	14	-	25	35	35	40	-	-	-	-	-
1.1273	1375	1325	1275	-	1670	1670	1670	-	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2491	410	390	345	-	880-1180	830-1080	780-1030	-	40	42	45	-	40	40	45	-	-	124	124	137	-
1.3561	540	540	440	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	35	42	42	-
1.3563	880	760	640	560	1080-1270	980-1180	880-1080	780-930	10	11	12	13	40	45	50	55	35	35	42	42	42
1.3565	880	760	640	640	1080-1270	980-1180	880-1080	830-980	9	10	12	13	40	45	50	50	35	35	42	42	42
1.5120	785	635	560	490	930-1130	830-1030	740-940	640-740	11	12	13	14	35	40	45	50	21	27	34	34	41
1.5121	835	735	635	490	1030-1230	930-1130	830-930	640-740	11	12	14	15	35	40	45	50	27	34	34	41	41
1.5122	785	635	540	-	980-1180	880-1030	780-930	-	11	12	14	-	35	40	45	-	-	21	27	34	41
1.5131	-	620	520	-	-	830-980	740-880	-	11	13	-	-	40	45	-	-	-	34	41	41	-
1.5141	-	635	540	440	-	830-980	780-980	690-830	-	12	14	15	-	35	40	45	-	-	27	34	41
1.5223	885	785	685	-	980-1270	880-1180	880-1030	-	10	11	12	-	30	35	40	-	-	21	27	34	41
1.5710	785	665	590	490	880-1180	880-1030	780-930	690-830	11	13	14	15	45	50	55	60	48	62	69	76	76
1.5736	-	785	685	590	-	1030-1180	880-1030	740-880	10	12	14	-	45	50	55	-	-	48	62	69	76
1.5755	-	735	635	560	-	930-1080	830-980	780-930	-	11	12	13	-	45	50	55	-	-	35	42	42
1.5864	-	-	1030	865	-	1270-1470	1080-1270	880-1080	10	11	12	13	9	-	35	40	-	-	34	41	41
1.6511	885	785	685	590	1080-1275	980-1180	880-1030	780-930	10	11	12	13	45	50	55	60	-	-	41	48	48
1.6513	-	-	590	-	-	-	740-880	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	27
1.6560	1030	1030	865	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	9	9	10	11	40	45	50	34	34	41	41	41	41
1.6562	980	885	785	685	1180-1370	1080-1270	980-1180	880-1080	9	10	11	17	40	45	50	55	41	48	48	48	48
1.7003	540	440	345	-	780-930	690-830	590-730	-	14	15	17	-	40	45	50	-	-	41	41	41	-
1.7006	635	540	440	410	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	34	41	41	-
1.7023	685	590	460	-	880-1080	780-930	690-830	-	12	14	15	-	40	45	50	-	-	41	48	48	-
1.7034	735	630	510	-	930-1130	830-980	740-880	-	11	11	11	-	40	45	50	-	-	34	41	41	-
1.7035	785	665	560	-	980-1180	880-1080	780-930	-	11	12	14	-	40	45	50	-	-	34	41	41	-
1.7037	685	590	460	-	880-1080	780-930	690-830	-	14	14	15	-	40	45	50	-	-	34	41	41	-
1.7038	735	630	510	-	930-1130	830-980	740-880	-	11	12	14	-	40	45	50	-	-	34	41	41	-
1.7039	785	665	560	-	980-1180	880-1080	780-930	-	14	12	14	-	40	45	50	-	-	34	41	41	-
1.7211	685	590	460	410	880-1080	780-930	690-830	640-780	11	14	15	16	50	55	60	65	48	35	55	48	48
1.7220	785	665	560	510	930-1180	880-1080	780-930	740-880	17	17	14	15	45	50	55	60	41	48	48	48	48
1.7225	885	785	635	560	1080-1270	980-1180	880-1080	780-930	16	14	13	14	45	50	55	60	34	41	41	41	41
1.7226	785	665	560	510	980-1180	880-1080	780-930	740-880	11	12	14	15	45	50	55	60	41	48	48	48	48
1.7227	885	765	635	560	1080-1270	980-1180	880-1080	780-930	11	12	17	14	40	45	50	55	34	41	41	41	41
1.7228	885	785	635	560	1080-1270	980-1180	880-1080	830-980	9	13	17	14	40	45	50	50	34	34	34	34	34
1.7361	1030	1030	865	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	9	9	13	11	35	40	45	34	34	34	34	34	34
1.7361	885	785	665	510	1080-1270	980-1180	880-1030	740-880	10	11	12	17	40	45	50	55	34	41	41	41	41
1.7707	1030	1030	865	785	1230-1420	1230-1420	1080-1270	980-1180	9	13	10	14	35	40	45	34	34	34	34	34	34
1.8159	885	785	665	635	1080-1270	980-1180	880-1080	830-980	9	10	17	13	40	45	50	50	34	34	34	34	34
1.8161	1080	980	865	785	1320-1510	1180-1370	1080-1270	980-1180	1	8	12	12	40	45	50	55	27	27	34	41	41

Kugellagerstähle

Aciers pour roulements à billes

Ball bearing steels

Stoff-Nr. Norme No Standard- No.	Industrie- bezeichnung Designation industrielle Designation of roller y	Mechanische Eigenschaften		Caractéristiques mécaniques			Mechanical properties			
		Querschnitt Résistance à l'éclat et au As. général Tensile strength N/mm ²	Verwendung Utilisation Application	Zustand gehärtet und gepoliert Condition Tempe. et poli Condition hardened and polished	Mechanische Eigenschaften bei Abfalltemperatur Caractéristiques mécaniques à basse température Mechanical properties at low temperature		RCH ₁₀ bei Abfalltemperatur Dureté RCH à température de revenu RCH hardness at tempering temperature			
					Wasser Eau Water	Öl Huile Oil	110°C	150°C	200°C	250°C
1.3501	W 1	≤ 207	≤ 10 mm	●	66 RC	66 RC	66	63	61	58
1.3503	W 2	≤ 207	≤ 17 mm	●	65 RC	65 RC	66	63	62	60
1.3505	W 3	≤ 207	≤ 30 mm	●	66 RC	66 RC	66	63	62	59
1.3529	W 4	≤ 207	≤ 50 mm	●	-	66 RC	65	63	61	59
1.3536	W 5	≤ 207	≤ 50 mm	●	-	65 RC	64	63	62	59
1.3551	-	≤ 220	-	●	-	61 RC	64	64	64	61
1.412	-	≤ 280	-	●	-	60 RC	64	64	64	61
1.4125	-	≤ 260	-	●	-	62 RC	65	60	58	56

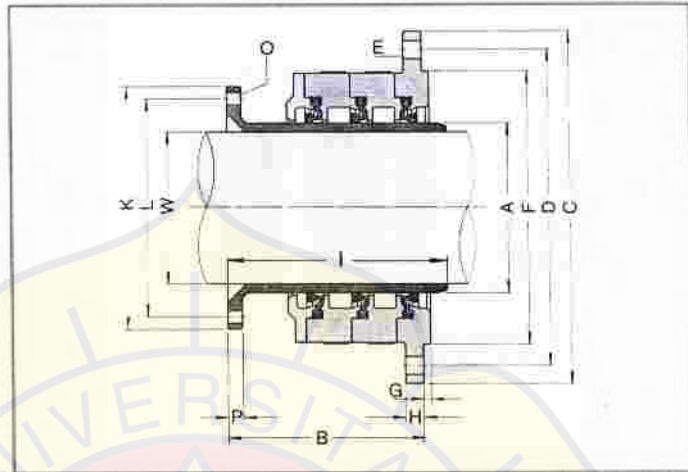
Werkstoff-Nummern-Verzeichnis

Liste des numéros de matière

Standard-number arrangement

Stoff-Nr. Norme No. Standard No.	Kurzname Symbole Symbol	DIN	Analyse		Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Pb	Composition		Bezeichnung Designation Designation	Seite Page Page	
			C	Si								Monstige - Autres - Others	%			R
1.7043	38 Cr 4	17212	0.14-0.40	0.15-0.40	0.60-0.90	0.075	≤ 0.035	0.30-1.20	-	-	-	-	R 683 T 10	7	41	
1.7045	42 Cr 4	17212, 1654	0.38-0.44	0.15-0.40	0.50-0.80	0.075	≤ 0.035	0.30-1.00	-	-	-	-	R 683 L 10	4	41	
1.7102	54 NiCr 8	-	0.50-1.56	1.40-1.70	0.60-0.80	0.030	≤ 0.050	0.40-0.60	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7103	87 NiCr 3	0017227, 17225	0.52-0.72	1.20-1.40	0.40-0.60	0.035	≤ 0.015	0.40-0.60	-	-	-	-	R 683 T 10	4.4	41	
1.7123	20 CrNi 5	-	0.17-0.23	0.20-0.25	0.00-1.00	0.040	≤ 0.020	0.80-1.10	-	-	-	-	R 683 T 10, D5-4/5A	5, 8, 11	41	
1.7131	18 MnCr 8	17210, 1654	0.16-0.19	0.15-0.40	1.00-1.20	0.035	≤ 0.035	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7133	65-18 MnCr 5	-	0.14-0.19	0.15-0.40	1.00-1.20	0.035	≤ 0.035	0.50-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7135	GS-35 MnCr 4 4	-	0.30-0.36	0.30-0.30	0.80-1.20	0.035	≤ 0.035	0.40-0.60	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7138	52 MnCr 3	-	0.46-0.55	0.15-0.35	1.00-1.20	0.035	0.070-0.035	0.80-1.10	-	-	-	-	R 683 L 10	5.4	41	
1.7139	18 MnCr 5	17210	0.14-0.19	0.15-0.40	1.00-1.20	0.035	≤ 0.035	0.50-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7141	GS-25 MnCr 4 4	-	0.21-0.29	0.30-0.50	0.50-1.20	0.035	≤ 0.035	0.50-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7142	18 MnCr 5	-	0.14-0.19	0.15-0.35	1.00-1.20	0.035	≤ 0.035	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7143	GS-45 MnCr 4 4	-	0.47-0.48	0.30-0.50	0.50-1.20	0.035	≤ 0.035	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7145	GS-45 MnCr 4 4	-	0.46-0.54	0.30-0.50	0.80-1.20	0.035	≤ 0.035	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7146	GS-50 CrMn 4 4	-	0.17-0.22	0.15-0.35	1.00-1.40	0.035	≤ 0.035	1.00-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7147	20 MnCr 3	17210	0.17-0.22	0.15-0.40	1.00-1.40	0.035	≤ 0.035	1.00-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7147	85-20 MnCr 5	17210	0.17-0.22	0.15-0.40	1.00-1.40	0.035	0.070-0.035	1.00-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7148	20 MnCr 5	17210	0.17-0.22	0.15-0.40	1.00-1.40	0.035	0.015-0.035	1.00-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7160	-	-	0.15-0.20	0.15-0.35	1.00-1.20	0.035	0.015-0.035	0.80-1.20	-	-	-	-	R 683 L 14	8	41	
1.7176	55 Cr 3	17221	0.31-0.59	0.15-0.40	0.70-1.00	0.035	≤ 0.035	0.60-0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7231	23 CrNi 6 4	-	0.20-0.25	0.15-0.35	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.90-1.90	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7232	36 CrNi 6	-	0.21-0.40	0.15-0.35	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	1.50-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7234	25 CrNi 6 4	17211	0.27-0.29	0.15-0.35	0.50-0.80	0.020	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7235	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7236	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7237	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7238	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7239	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7240	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7241	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7242	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7243	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7244	25 CrNi 6 4	-	0.27-0.29	0.15-0.40	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7254	23 CrNi 5	17254	0.20-0.28	0.20-0.50	0.60-0.70	0.020	≤ 0.015	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7255	23 CrNi 5	-	0.20-0.28	0.20-0.50	0.50-0.80	0.020	≤ 0.015	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7258	CrNi 5	17242	0.20-0.28	0.20-0.50	0.50-0.80	0.035	≤ 0.035	0.80-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7259	CrNi 7	-	0.20-0.30	0.15-0.35	0.50-0.70	0.035	≤ 0.035	0.90-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7262	18 CrNi 8	-	0.11-0.17	0.15-0.35	0.80-1.10	0.035	≤ 0.035	1.00-1.30	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7264	20 CrNi 8	-	0.18-0.23	0.15-0.35	0.80-1.20	0.035	≤ 0.035	1.00-1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1.7266	GS-58 CrMnMo 4 4 3	-	0.54-0.62	0.30-0.50	0.80-1.20	0.035	≤ 0.035	0.80-1.20	-	-	-	-	-	-	-	-

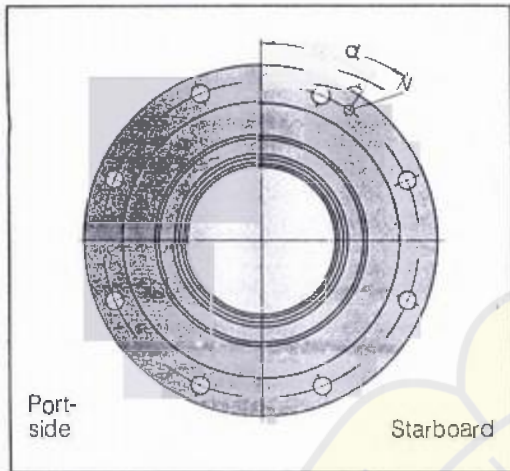
Simplex-Compact 2000 Non-Split Version



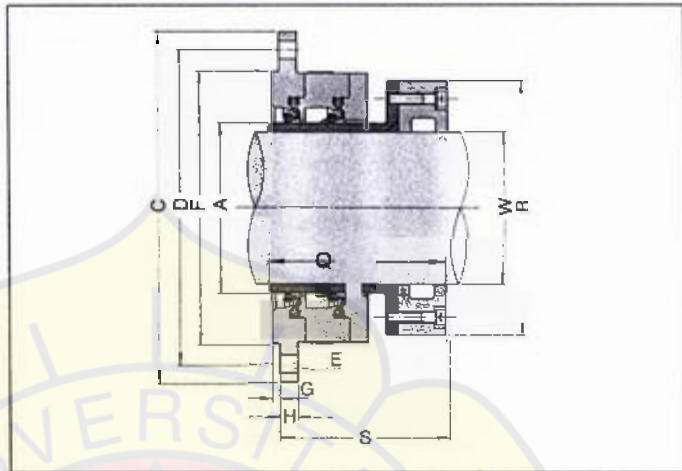
simplex-compact[®]

Aft Simplex-Compact Seal

125	140	160	180	200	220	240	260	280	300	330	355	380	400	420	450	480
80	111	126	146	166	186	206	226	246	266	286	316	340	363	382	401	429
110	125	145	165	185	205	225	245	265	285	315	339	362	381	400	428	457
160	160	160	160	160	160	175	175	175	175	175	195	195	200	200	225	225
275	290	310	330	350	370	425	445	465	485	515	565	590	610	630	675	705
245	260	280	300	320	340	390	410	430	450	480	525	550	570	590	630	660
8x M12	8x M12	8x M12	8x M12	8x M12	8x M12	12x M16	12x M16	12x M16	12x M16	12x M16	12x M20	12x M20	12x M20	12x M20	12x M20	12x M20
210	225	245	265	285	305	345	365	385	405	435	475	500	520	540	575	605
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8
15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	30	30
180	180	180	180	180	180	191	191	191	191	191	212	212	217	217	241	241
184	200	220	260	280	300	320	340	360	375	425	450	480	500	520	550	590
164	180	200	230	250	270	290	310	330	346	390	416	440	460	486	510	550
8x M8	8x M8	8x M8	8x M12	8x M12	8x M12	8x M12	8x M12	12x M12	12x M12	12x M12	12x M16	12x M16	12x M16	12x M16	12x M16	12x M20
12	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20
149	149	149	149	149	149	159	159	164	164	164	185	185	185	190	205	205
190	210	230	250	260	280	300	320	350	370	400	430	460	480	500	530	560
140	140	140	140	140	140	153	153	158	158	158	184	184	184	189	205	205
34	34	34	34	34	34	24	24	24	24	24	24	24	24	24	21	21
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	12
26	32	32	36	37	42	59	64	69	76	92	122	130	135	144	203	215
14	29	29	32	33	37	52	55	62	70	84	109	119	120	131	170	180



Aft Simplex-Compact seal
with pressure and control device

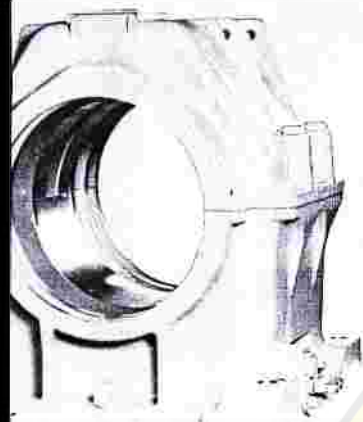


Forward Simplex-Compact seal

	500	530	560	600	630	670	710	750	800	850	900	950	1000	1060	1120	1180	1250
29	458	477	505	533	571	599	636	673	711	757	804	851	897	943	999	1054	1109
57	476	504	532	570	598	635	672	710	756	803	850	896	942	998	1053	1108	1172
25	225	225	240	240	245	245	280	280	310	310	330	330	330	350	350	350	370
05	725	755	820	860	890	930	990	1030	1090	1140	1200	1250	1300	1400	1460	1520	1595
60	680	710	765	805	835	875	930	970	1030	1080	1135	1185	1235	1325	1385	1445	1520
2x 20	12x M 20	12x M 20	12x M 24	12x M 24	12x M 24	12x M 24	16x M 24	16x M 24	20x M 24	20x M 24	20x M 24	20x M 24	20x M 24	24x M 30	24x M 30	24x M 30	24x M 30
05	625	655	700	740	770	810	865	905	960	1010	1065	1115	1165	1245	1305	1365	1440
8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12
30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50
41	241	241	253	253	258	258	301	301	338	338	362	362	362	381	381	381	406
90	600	630	675	700	760	820	840	885	945	1000	1070	1130	1170	1230	1300	1360	1430
50	560	590	630	660	710	750	790	836	890	950	1010	1070	1110	1170	1230	1290	1360
2x 20	12x M 20	12x M 20	12x M 20	12x M 20	12x M 24	12x M 24	12x M 24	16x M 24	16x M 24	16x M 24	16x M 24	16x M 24	20x M 24	20x M 24	20x M 30	24x M 30	24x M 30
20	20	20	20	20	25	25	25	25	30	30	35	35	35	35	40	40	40
05	205	205	221	221	238	238	268	318	337	337	349	349	349	389	399	399	408
60	580	620	650	690	720	760	830	870	915	974	1027	1076	1130	1200	1260	1340	1410
05	205	205	223	223	240	240	268	318	336	336	352	352	352	395	405	405	411
21	21	21	21	21	21	21	28	28	22	22	22	22	18	18	18	15	15
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	15	15	15
215	220	230	294	325	392	417	504	529	655	735	858	933	1000	1205	1385	1477	1783
180	189	212	262	290	331	371	477	580	668	736	825	890	998	1222	1360	1495	1803

Simplex Bearings

Radial Plain Bearings for High Loads



The operation quality of an engine or a plant is, above all, governed by the quality of the bearings of all rotating members. This applies particularly to the line shafting of ships' propulsion units. Therefore, the Simplex bearings as modern short plain bearings were especially designed for this application.

Meanwhile more than 15,000 of these bearings have left our works under the quality mark »Simplex«.

After a consequent further development a range of modern radial plain bearings is available for a variety of applications of today.

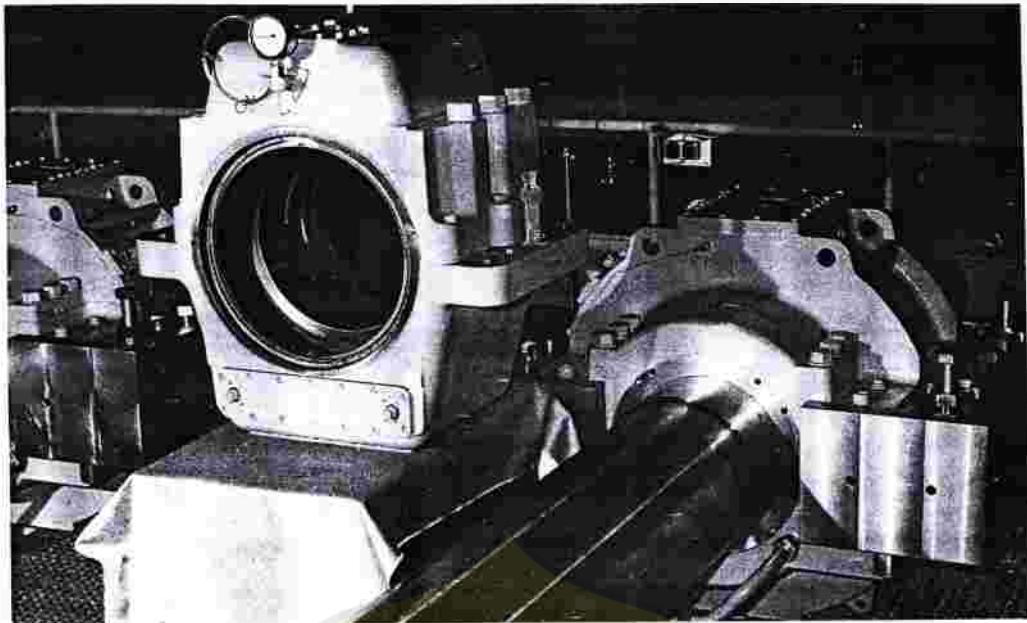
The Simplex bearings offer an optimum operational reliability, which is achieved by a series of constructive measures; in particular by a very short design of the bearing shells in connection with a setscrew located in the centre of the bearing. This set screw facilitates the exact alignment during the assembly, hence minimizing the end pressure, likely to occur at plain bearings, so far that a spherical centering of the bearing shells, with all generally known disadvantages, can be dispensed with.

As the quality of the bearing depends to a large extent on the bearing metal, a material with optimum running

properties under emergency conditions has been chosen for metallizing of the removable bearing shells. In this respect a perfect bonding of the bearing metal with the shell is of particular importance. The bonding will be achieved by a special metallizing process which, in addition, enables thin-walled linings to be provided, with all their technical advantages.

Apart from this, the running surface should be adequately supplied with lubricant to ensure an efficient working of the bearing. For this purpose the oil is supplied through a lubricating ring which is firmly clamped on the shaft and a movable wiper located in the upper part of the bearing. This device, together with correctly formed oil grooves in the bearing shells, ensures that in Simplex bearings the oil supply is maintained in any case, even at low revolutions. In special cases we provide our bearings with

D shaft dia. mm to	Foundation bolts	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	c	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	Plummer block weight in kg	Tunnel bearing weight in kg
20-60	4 x M 2.0	320	310	270	160	86	185	360	108	32	30	306	320	180	140	155	115	60	55
61-200	4 x M 2.0	380	370	320	190	105	220	420	133	32	30	330	350	195	155	170	130	90	80
01-240	4 x M 2.4	450	440	380	230	126	270	500	160	35	30	354	390	215	175	185	145	175	155
41-280	4 x M 3.0	514	506	430	260	150	300	580	188	38	30	406	450	240	210	205	175	180	160
81-330	4 x M 3.0	604	596	520	320	170	340	645	223	43	30	436	480	255	225	220	190	270	240
131-390	4 x M 3.6	684	664	580	360	200	380	730	263	48	30	480	540	285	255	245	215	440	380
191-450	4 x M 3.6	770	760	670	440	230	425	820	297	93	30	535	585	310	275	270	235	650	570
251-510	4 x M 4.2	860	860	760	480	260	480	920	335	108	30	620	700	370	330	320	280	920	800
311-570	4 x M 4.2	960	910	810	510	290	530	1020	380	120	40	670	740	390	350	340	300	1260	1120
371-650	4 x M 4.8	1080	1030	910	570	330	610	1150	420	147	40	770	850	445	405	385	345	1740	1520
431-740	4 x M 4.8	1190	1170	1020	660	380	720	1380	475	177	40	840	930	490	440	425	375	2300	1950
491-840		Dimensions and weights on request																	
551-940		Dimensions and weights on request																	



external lubricating devices which are also suitable to form hydrostatic lubricating films. Scrapers at the bearing ends will prevent the oil from escaping.

To meet very unfavourable operating conditions we also supply bearings which are provided with additional cooling means with a water connection.

The hydrodynamic operational reliability of the bearings is determined by com-

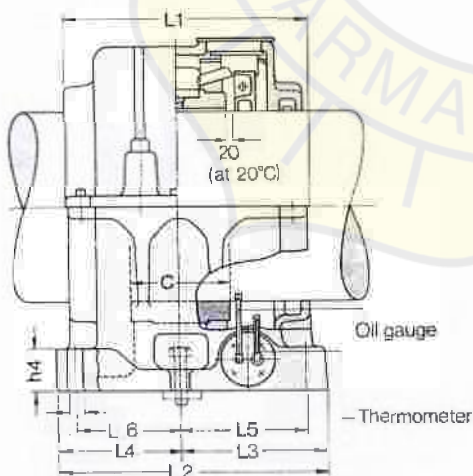
puter calculation for which the following details should be available:

- Shaft diameter and shaft r.p.m.
- Maximum and minimum radial load
- Maximum ambient temperature
- Cooling water temperature

Upon special request our Simplex bearings are supplied complete with tem-

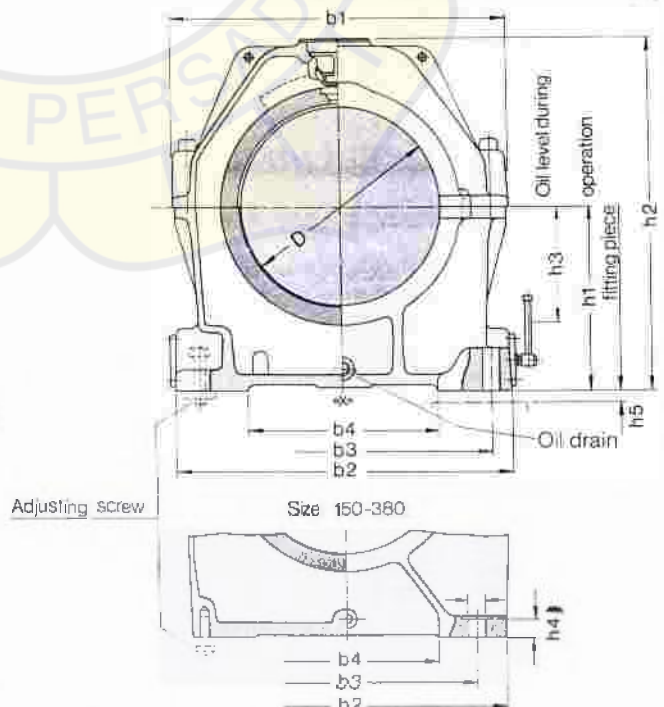
perature sensors for local and/or remote control.

Nowadays thrust bearings are mainly incorporated in the main engine. Therefore, the Simplex high load thrust bearing is used for special application in merchant shipping and naval service.



* Max. load; without/with centre support
 lining on Pb basis: 20/25 N/mm²
 Sn basis: 2,0/45 N/mm²

When made as tunnel bearing there is a bearing shell in the lower part only. Dimensions for fitting in mm. Shaft tolerance required: ISO h 6



LOGAM DAN PADUAN

Tinjauan Tentang Proses Pengolahan Dan
Hubungan Antara Struktur Dengan Sifat-Sifat Mekanis



Disusun oleh
DR. Ir. D.A. Adnyana

Bahan Kuliah / Kursus Untuk Perguruan Tinggi Teknik, Politeknik
Dan Industri.

BAB I PENDAHULUAN

Didasarkan pada komposisi kimia, logam dan paduan dapat dibagi menjadi dua grup yaitu :

1. Logam-logam besi (ferrous), dan
2. Logam-logam bukan besi (non-ferrous).

Logam-logam besi merupakan logam dan paduan yang mengandung besi (Fe) sebagai unsur utamanya. Sedangkan logam-logam bukan besi merupakan bahan yang mengandung sedikit atau sama sekali tanpa kadar besi.

Yang termasuk logam dan paduan besi adalah :

- * Besi tuang (Cast iron)
- * Baja Karbon (Carbon Steel)
- * Baja Paduan (Alloy Steel)
- * Baja Spesial (Specialty Steel).

Ke-empat logam dan paduan besi diatas dapat dibagi lagi menjadi beberapa jenis seperti yang diberikan dalam Tabel I.1. Pembagian besi dan baja yang lebih rinci dapat dilihat dalam LAMPIRAN A.

Sedangkan untuk logam-logam non-besi contohnya adalah logam dan paduan dari : aluminium; tembaga; logam-logam mulia seperti emas, perak dan platina; magnesium; seng; timah; logam-logam tahan panas atau paduan super (super-alloys); dan lain-lain. Pembagian logam-logam non-besi yang lebih rinci dapat dilihat dalam LAMPIRAN B.

Dalam pemakaian teknik diperlukan memilih jenis logam dan paduan dengan sifat-sifat yang sesuai untuk operasi sehingga pemakaiannya dapat memberikan performans yang optimal. Sifat-sifat tersebut meliputi : kekuatan dan ketangguhan pada suhu

rendah, suhu ruang atau suhu tinggi; kelelahan (fatigue); creep; korosi & oksidasi; keausan; atau sifat lainnya.

Sifat-sifat diatas sangat dipengaruhi oleh struktur logam dan struktur yang terjadi tergantung pada komposisi kimia, teknik/proses pembuatan serta proses perlakuan panas yang diberikan. Secara garis besar hubungan antara struktur, sifat mekanis dan tingkat performansi (mutu) yang diberikan oleh logam dapat ditunjukkan dalam Gambar I.1.

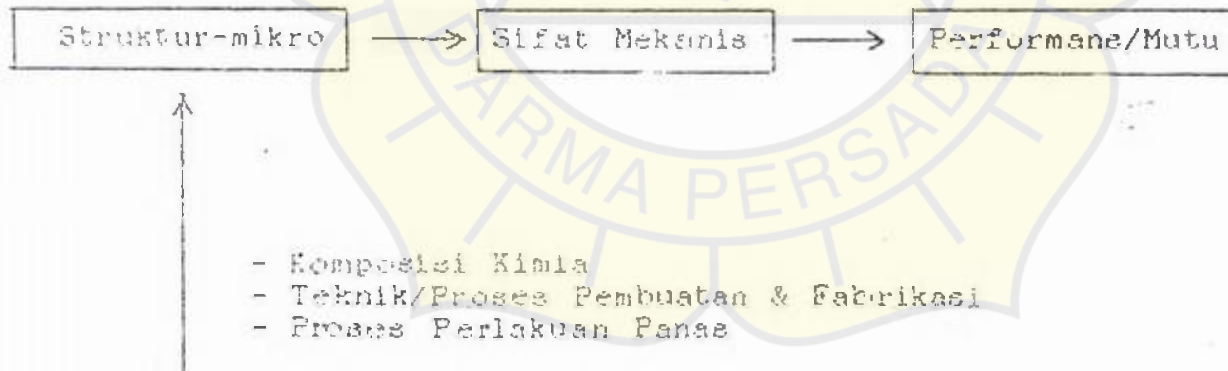
Dalam hal produk, disamping dipengaruhi oleh faktor-faktor diatas, kualitas produk ditentukan pula oleh faktor design (perencanaan) dan kondisi pengoperasiannya.

Tabel I.1. Pembagian paduan besi dan baja menurut komposisinya

No. Paduan besi dan Baja	Komposisi kimia (dalam %)
1. Besi tuang :	2 - 4 %C, 1 - 3 %Si, 0.50% Mn (maks.), 0.10 %P (maks), 0.05 %S (maks)
- Besi tuang kelabu	Disamping terdapat perbedaan yg. kecil dari segi komposisi, perbedaan sifat-sifat besi tuang ditentukan oleh struktur mikro karena proses pembuatan atau karena proses perlakuan panas.
- Besi tuang putih	
- Besi tuang noduler	
- Besi tuang paduan	Elemen-elemen pemadu : Cr, Ni, Mo, Al atau lainnya.
2. Baja Karbon :	
- Baja karbon rendah	0.08-0.35 %C 0.25-1.50 %Mn
- Baja karbon medium	0.35-0.50 %C plus 0.25-0.30 %Si
- Baja karbon tinggi	0.55-1.7 % 0.04 %P(maks) 0.05 %S(maks)
3. Baja paduan :	
- Baja paduan rendah :	Seperti pada baja karbon rendah + elemen-elemen pemadu kurang dari 4 % seperti : Cr, Ni, Mo, Cu, Al, Ti, V, Nb, B, W, dll.

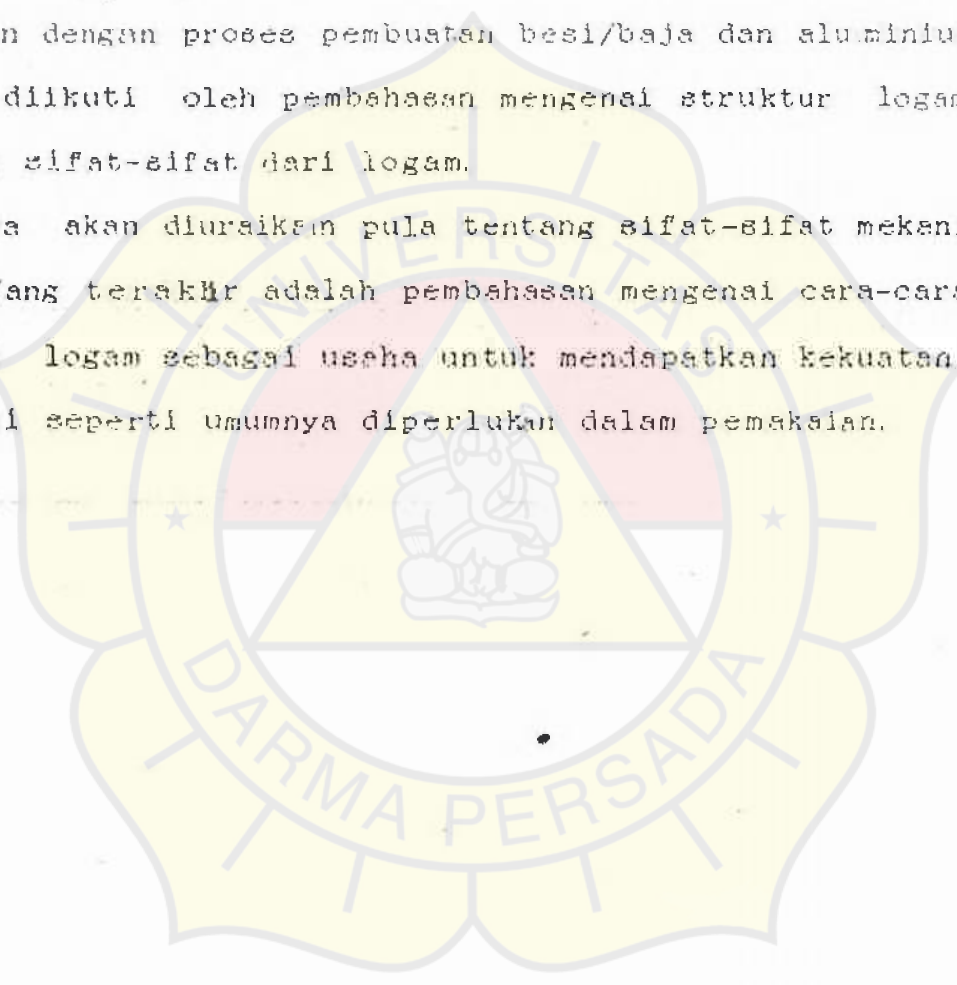
Lanjutan Tabel I.1

No. Paduan besi dan Baja	Komposisi kimia (dalam %)
- Baja paduan medium :	Seperti pada baja paduan rendah tetapi jumlah elemen-elemen padu diatas 4 %.
4. Baja Spesial	
- Baja stainless :	a) Feritik (12-30 %Cr dan kadar C rendah) b) Martensitik (12-17 %Cr dan 0.1-1.0 % C) c) Austenitik (17-25 %Cr dan 8-20 % Ni) d) Duplek (23-30 %Cr, 2.5-7 %Ni, plus Ti dan Mo) e) Presipitasi (seperti pada austenitik, plus elemen padu : Cu, Ti, Al Mo Nb atau N).
- Baja perkakas	General purpose tool steels Die steels High Speed Steels (0.85-1.25 %C, 1.50-2.0 %W, 4-9.5 %Mo, 3-4.5 %Cr, 1-4 %V, 5-12 %Co.



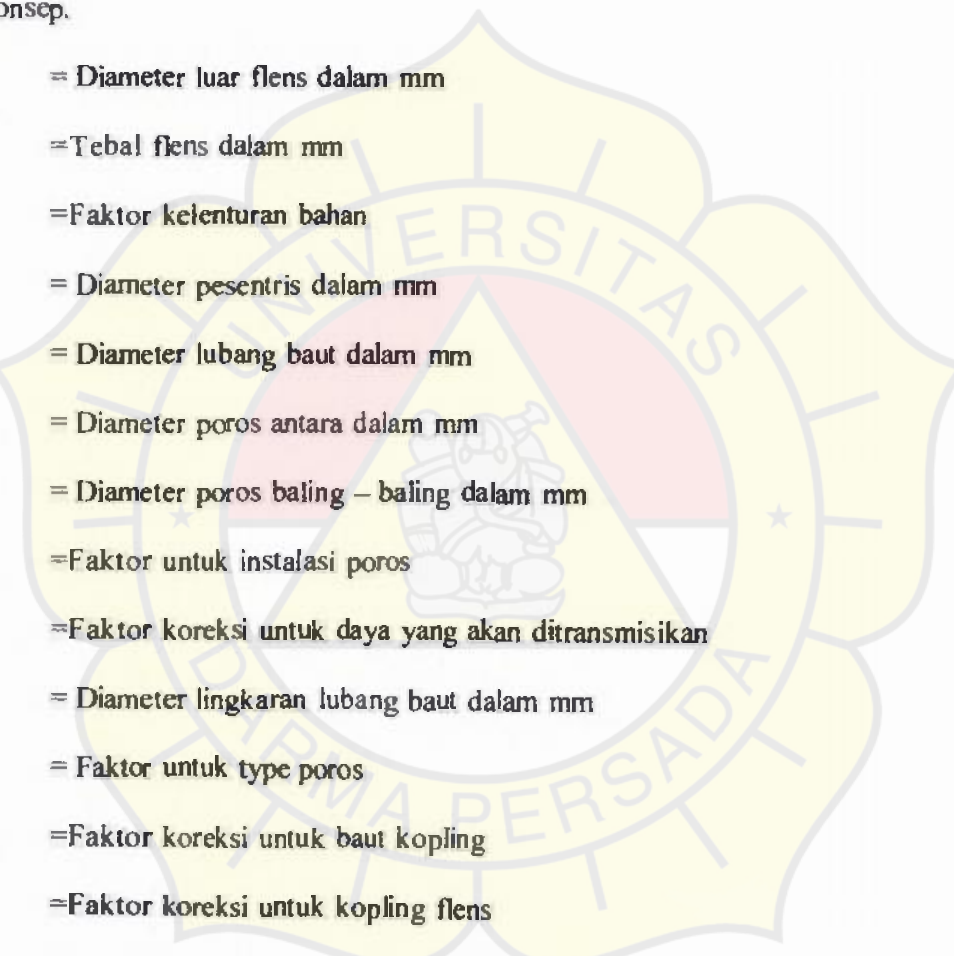
Gambar I.1 : Faktor-faktor yang mempengaruhi hubungan antara struktur, sifat mekanis dan mutu/performansi logam.

Hingga saat ini besi/baja masih merupakan logam yang paling dominan dalam bidang permesinan. Disamping itu, pemakaian logam aluminium dan paduannya juga menunjukkan perkembangan yang sangat pesat akhir-akhir ini. Oleh karena itu maka dalam pembahasan berikut ini akan diarahkan kepada hal-hal yang berhubungan dengan besi/baja dan aluminium. Untuk itu pertama-tama akan dibahas secara singkat tentang teknologi pengolahan logam yang dilanjutkan dengan proses pembuatan besi/baja dan aluminium. Kemudian diikuti oleh pembahasan mengenai struktur logam yang menentukan sifat-sifat dari logam. Selanjutnya akan diuraikan pula tentang sifat-sifat mekanis yang penting. Yang terakhir adalah pembahasan mengenai cara-cara untuk menguatkan logam sebagai usaha untuk mendapatkan kekuatan logam yang tinggi seperti umumnya diperlukan dalam pemakaian.



DAFTAR NOTASI

Tabulasi berikut menunjukkan simbol yang digunakan pada perancangan ini. Karena huruf terbatas, kadangkala huruf yang sama digunakan untuk menyatakan lebih dari satu konsep.



A	= Diameter luar flens dalam mm
B	=Tebal flens dalam mm
C_b	=Faktor kelenturan bahan
D_1	= Diameter pesentris dalam mm
d_b	= Diameter lubang baut dalam mm
d_o	= Diameter poros antara dalam mm
d_s	= Diameter poros baling – baling dalam mm
F	=Faktor untuk instalasi poros
f_c	=Faktor koreksi untuk daya yang akan ditransmisikan
K	= Diameter lingkaran lubang baut dalam mm
k	= Faktor untuk type poros
K_b	=Faktor koreksi untuk baut kopling
K_f	=Faktor koreksi untuk kopling flens
K_t	= Faktor momen puntir yang terjadi pada poros
n	= Jumlah baut yang digunakan
N	= Putaran maksimum mesin
n_e	= Jumlah baut efektif
P	=Daya mesin induk dalam kW