



Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013



MEKANIKA DAN ELEMEN MESIN

Untuk SMK / MAK Kelas X

1



Penulis : ARIF FIRDAUSI
Editor Materi : AGUNG SETYO BUDI
Editor Bahasa :
Ilustrasi Sampul :
Desain & Ilustrasi Buku : PPPPTK BOE MALANG
Hak Cipta © 2013, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

MILIK NEGARA

Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak (merekproduksi), mendistribusikan, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku teks dalam bentuk apapun atau dengan cara apapun, termasuk fotokopi, rekaman, atau melalui metode (media) elektronik atau mekanis lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam kasus lain, seperti diwujudkan dalam kutipan singkat atau tinjauan penulisan ilmiah dan penggunaan non-komersial tertentu lainnya diizinkan oleh perundangan hak cipta. Penggunaan untuk komersial harus mendapat izin tertulis dari Penerbit.

Hak publikasi dan penerbitan dari seluruh isi buku teks dipegang oleh Kementerian Pendidikan & Kebudayaan.

Untuk permohonan izin dapat ditujukan kepada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, melalui alamat berikut ini:

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (DISCLAIMER)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku teks ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Teknik Elemen dan Mekanika, Edisi Pertama 2013
Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi keahlian Teknologi dan Rekayasa, Teknik Elemen dan Mekanika.

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks "Teknik Elemen Dan Mekanika" ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran "Teknik Elemen Dan Mekanika" ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan *scientific*), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Teknik Elemen Dan Mekanika kelas X/Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013
Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



DAFTAR ISI

	Halaman
Sampul	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
BAB I BEARING	
1. Pendahuluan	8
2. Jenis — jenis Bearing	9
a) Tabel Bearing dan Ukurannya	13
b) Table klasifikasi bearing serta karakteristiknya	18
3. Perawatan Bearing	19
4. Pemasangan dan Pelepasan bearing	27
5. Umur Bearing	33
6. Kondisi Bearing	35
7. Safety	37
8. Lampiran	
9. Daftar pustaka	
BAB II BAUT DAN MUR (BOLT AND NUT)	
1. Penggunaan tension wrench	71
2. Pelumasan drat	83
3. Kerusakan drat	83
4. Pengencangan awal alat pengikat (fastener)	83
5. Pengencangan baut dan mur	84
6. Urutan pengencangan	84
7. Jenis—jenis bolt and nut	100
8. Kekuatan ulir	101
9. Lembar latihan dan soal—soal latihan	129



BAB III RODA GIGI 132

- 1. Macam—macam roda gigi 132
- 2. Perhitungan roda gigi 139
 - kekuatan roda gigi terhadap kelenturan 145
- 3. Soal dan latihan 149

BAB IV PULLEY 150

- 1. Macam ban mesin 150
- 2. Pemilihan sabuk V 150
- 3. Perhitungan sabuk dan puli 156
- 4. Latihan dan lembar soal evaluasi 167

BAB V RANTAI 168

- 1. Pendahuluan 169
- 2. Pemeliharaan 172
- 3. Pembersihan 173
- 4. Kerusakan 173
- 5. Perlu di perhatikan pada rantai

BAB VI POROS 176

- 1. Pendahuluan 176
- 2. Poros arah gaya 177
- 3. Perhitungan poros 184
 - macam jenis poros 184
 - poros fleksibel 185
 - A.tegangan bidang pada bantalan 191
 - B.tegangan lentur

**BAB VII KOPLING**

201

1. Pendahuluan 201
2. Menurut fungsinya 201
 - kopling tetap 201
 - kopling tidak tetap 201

BAB VII PEGAS

207

1. Macam—macam pegas 207
2. Mencari perhitungan pegas 208
 - a. Panjang tidak berbeban 209
 - b. Mencari besarnya diameter 209
 - c. Besarnya refleksi pada pegas penampang bulat 211
 - d. Besarnya refleksi pada pegas 211



BAB I

BEARING

I. PENDAHULUAN

Bearing adalah suatu elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan berumur panjang. Bearing ini harus cukup kokoh untuk menahan beban dari poros yang terhubung dengan komponen mesin lainnya sehingga dapat berputar, bekerja sesuai dengan fungsinya. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik, maka prestasi seluruh sistem akan menurun bahkan bisa terhenti. Bantalan dalam permesinan dapat disamakan perannya dengan pondasi pada gedung.

Untuk bearing dengan jenis bola mempunyai kemampuan untuk putaran tinggi dan gesekan yang kecil. Bearing ini bisa mudah didapat dan mudah pula dalam pemasangannya. Bearing mempunyai bentuk dan ukuran tertentu sesuai dengan kodenya dan mempunyai ukuran yang presisi. Apalagi untuk yang bentuk bola dengan cincin yang sangat kecil maka besar per satuan luas menjadi sangat penting. Dengan demikian bahan yang dipakai juga harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi. Bahan yang biasa dipakai pada pembuatan bearing adalah baja khrom karbon tinggi.

Bearing ini dapat diklasifikasikan atas; Bearing Radial, Bearing axial. Menurut jenis elemen gelindingnya dibedakan atas bentuk bola dan rol.

- a. *Bearing axial* : arah beban yang ditumpu adalah tegak lurus sumbu poros.
- b. *Bearing Radial* : arah beban yang ditumpu sejajar dengan sumbu poros.
- c. Untuk *Bearing khusus* ; dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.



Untuk itu dalam penggunaan juga harus diperhatikan bagaimana gaya atau beban bekerja, baru menentukan jenis bearing yang digunakan. Untuk pelumasan pada bearing ini juga sangat penting karena akan menentukan keawetan dari bearing. Karena dengan ada pelumasan, maka akan memperkecil kerusakan akibat gesekan bola dan cincinn

II. JENIS-JENIS BEARING

Identifikasi Bearing

Gambar Potongan	Nama Bearing	Kode Depan
	Bearing Bola Radial Alur dalam Baris Tunggal	60, 62, 63, 160
	Bearing Bola Radial Alur dalam Baris Ganda	42, 43
	Bearing Bola kontak sudut baris tunggal	72, 73
	Bearing Bola kontak sudut baris Ganda	32, 33

Contoh :

Kode Bearing :

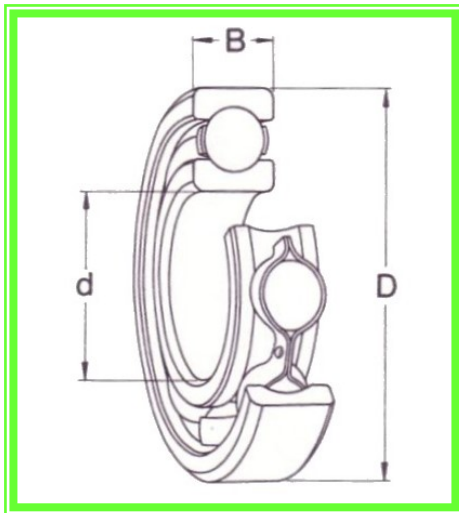
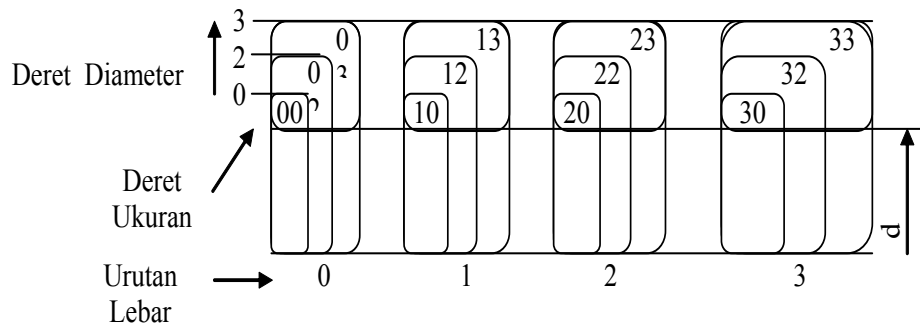
6203

NU 2212



	Bearing Bola Bolak Balik Baris Ganda	12, 13, 22, 23
	Bearing rol silinder baris tunggal	NU 2, NU 3, NU 10, NU 22, NU 23
	Bearing rol bulat ganda	213, 222, 223
	Bearing Rol Tirus Baris Tunggal	302
	Bearing bola aksial satu arah	512

Bentuk :	62	NU 22
Urutan diameter Poros :	03	12
Diameter Poros :	17 mm	60 mm







Tabel Bearing.

Diameter Poros d	Deret Ukuran 0			Deret Ukuran 2				Deret Ukuran 3			
	Diameter Luar D	Kode Bearing		Diameter Luar D	Kode Bearing			Diameter Luar D	Kode Bearing		
		160	60		62	42	32		63	43	33
		NU 10			12	22			13	23	
		Lebar B			NU 2	NU 22			NU 3	NU 23	
		Lebar B				222			213	223	
4	12	-	4	13	5	-	7	16	5	-	9
5	14	-	5	16	5	-	8	19	6	-	10
6	17	-	6	19	6	-	10	22	7	11	13
7	19	-	6	22	7	-	11	26	9	13	15
8	22	-	7	24	8	-	12	28	9	13	15
9	24	-	7	26	8	-	13	30	10	14	16
10	26	-	8	30	9	14	14	35	11	17	19
12	28	7	8	32	10	14	15,9	37	12	17	19
15	32	8	9	35	11	14	15,9	42	13	17	19
17	35	8	10	40	12	16	17,5	47	14	19	22,2
20	42	8	12	47	14	18	20,6	52	15	21	22,2
25	47	8	12	52	15	18	20,6	62	17	24	25,4
30	55	9	13	62	16	20	23,8	72	19	27	30,2
35	62	9	14	72	17	23	27	80	21	31	34,9
40	68	9	15	80	18	23	30,2	90	23	33	36,5
45	75	10	16	85	19	23	30,2	100	25	36	39,7
50	80	10	16	90	20	23	30,2	110	27	40	44,4
55	90	11	18	100	21	25	33,3	120	29	43	49,2
60	95	11	18	110	22	28	36,5	130	31	46	54
65	100	11	18	120	23	31	38,1	140	33	48	58,7
70	110	13	20	125	24	31	39,7	150	35	51	63,5
75	115	13	20	130	25	31	41,3	160	37	55	68,3
80	125	14	22	140	26	33	44,4	170	39	58	68,3
85	130	14	22	150	28	36	49,2	180	41	60	73
90	140	16	24	160	30	40	52,4	190	43	64	73
95	145	16	24	170	32	43	55,6	200	45	67	77,8
100	150	16	24	180	34	46	60,3	215	47	73	82,6



Tabel Bearing dan Ukurannya

Ball Bearing DIN 625 T1 (9.59) (mm)										
	Nomer Bearing	Jenis 62				Nomer Bearing	Kode 63			
		d	D	B	r		d	D	B	r
	6200	10	30	9	1	6300	10	35	11	2
	6202	15	35	11	1	6302	15	42	13	2
	6204	20	47	14	1,5	6304	20	52	15	2
	6205	25	52	15	1,5	6305	25	62	17	2
	6206	30	62	16	1,5	6306	30	72	19	2
	6207	35	72	17	2	6307	35	80	21	2,5
	6208	40	80	18	2	6308	40	90	23	2,5
	6209	45	85	19	2	6309	45	100	25	2,5
	6210	50	90	20	2	6310	50	110	27	3
	6211	55	100	21	2,5	6311	55	120	29	3
	6212	60	110	22	2,5	6312	60	130	31	3,5
	6313	65	120	23	2,5	6313	65	140	33	3,5
	6214	70	125	24	2,5	6314	70	150	35	3,5
	6220	100	180	34	3,5	6320	100	215	47	3,5

Axial Bearing DIN 711 (9.59) mm						
	Nomer Bearing	d_w	d_g	D	H	r
		512 04	20	22	40	14
	512 05	25	27	47	15	1
	512 06	30	32	52	16	1
	512 07	35	37	62	18	1,5
	512 08	40	42	68	19	1,5
	512 09	45	47	73	20	1,5
	512 10	50	52	78	22	1,5
	512 11	55	57	90	25	1,5
	512 12	60	62	95	26	1,5
	512 13	65	67	100	27	1,5
	512 14	70	72	105	27	1,5



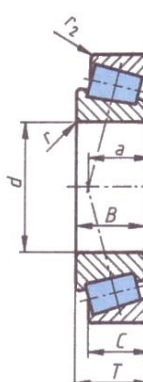
Diameter Poros d	Deret Ukuran 0				Deret Ukuran 2				Deret Ukuran 3			
	Diameter Luar D	Kode Bearing		Diameter Luar D	Kode Bearing			Diameter Luar D	Kode Bearing			
		160	60		62 72 12 NU 2	42 22 NU 22 222	32		63 73 13 NU 3 213	43 23 NU 23 223	33	
Lebar B		Lebar B		Lebar B		Lebar B		Lebar B		Lebar B		
4	12	-	4	13	5	-	7	16	5	-	9	
5	14	-	5	16	5	-	8	19	6	-	10	
6	17	-	6	19	6	-	10	22	7	11	13	
7	19	-	6	22	7	-	11	26	9	13	15	
8	22	-	7	24	8	-	12	28	9	13	15	
9	24	-	7	26	8	-	13	30	10	14	16	
10	26	-	8	30	9	14	14	35	11	17	19	
12	28	7	8	32	10	14	15,9	37	12	17	19	
15	32	8	9	35	11	14	15,9	42	13	17	19	
17	35	8	10	40	12	16	17,5	47	14	19	22,2	
20	42	8	12	47	14	18	20,6	52	15	21	22,2	
25	47	8	12	52	15	18	20,6	62	17	24	25,4	
30	55	9	13	62	16	20	23,8	72	19	27	30,2	
35	62	9	14	72	17	23	27	80	21	31	34,9	
40	68	9	15	80	18	23	30,2	90	23	33	36,5	
45	75	10	16	85	19	23	30,2	100	25	36	39,7	
50	80	10	16	90	20	23	30,2	110	27	40	44,4	
55	90	11	18	100	21	25	33,3	120	29	43	49,2	
60	95	11	18	110	22	28	36,5	130	31	46	54	
65	100	11	18	120	23	31	38,1	140	33	48	58,7	
70	110	13	20	125	24	31	39,7	150	35	51	63,5	
75	115	13	20	130	25	31	41,3	160	37	55	68,3	
80	125	14	22	140	26	33	44,4	170	39	58	68,3	
85	130	14	22	150	28	36	49,2	180	41	60	73	
90	140	16	24	160	30	40	52,4	190	43	64	73	
95	145	16	24	170	32	43	55,6	200	45	67	77,8	
100	150	16	24	180	34	46	60,3	215	47	73	82,6	



Self Aligning Ball Bearing DIN 630 T1 (5.60)										
mm										
	Nom er Bear- ing	Kode 12				Nom er Bear- ing	Kode 12			
		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>
	1204	20	47	14	1,5	1304	20	52	15	2
	1205	25	52	15	1,5	1305	25	62	17	2
	1206	30	62	16	1,5	1306	30	72	19	2
	1207	35	72	17	2	1307	35	80	21	2,5
	1208	40	80	18	2	1308	40	90	23	2,5
	1209	45	85	19	2	1309	45	100	25	2,5
	1210	50	90	20	2	1310	50	110	27	3
	1211	55	100	21	2,5	1311	55	120	29	3
	1212	60	110	22	2,5	1312	60	130	31	3,5
	1213	65	120	23	2,5	1313	65	140	32	3,5
	1214	70	125	24	2,5	1314	70	150	35	3,5

Cylindrical Roller Bearing DIN 5412 T1 (6.82)							
mm							
	Nomer Bearing	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r₁</i>	
	205	25	52	15	1,5	1	
	206	30	62	16	1,5	1	
	207	35	72	17	2	1	
	NU 208	40	80	18	2	2	
	209	45	85	19	2	2	
	NJ 210	50	90	20	2	2	
	Oder 211	55	100	21	2,5	2	
	NUP 212	60	110	22	2,5	2	
	Oder 213	65	120	23	2,5	2,5	
	N 214	70	125	24	2,5	2,5	
	215	75	130	25	2,5	2,5	
	216	80	140	26	3	3	

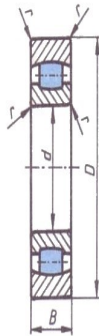


Tapered Roller Bearing DIN 720 (2.79)									
	Nomer Bearing	Kode 302							
		d	D	B	C	T	r	r_1	a
 <p>r_2 nicht festgelegt</p>	302 04	20	47	14	12	15,2 5	1	1	11
	302 05	25	52	15	13	16,2 5	1	1	13
	302 06	30	62	16	14	17,2 5	1	1	14
	302 07	35	72	17	15	18,2 5	1,5	1,5	15
	302 08	40	80	18	16	19,7 5	1,5	1,5	17
	302 09	45	85	19	17	20,7 5	1,5	1,5	18
	302 10	50	90	20	18	21,7 5	1,5	1,5	20
	302 11	55	100	21	19	22,7 5	2	1,5	21
	302 12	60	110	22	20	23,7 5	2	1,5	22
	302 13	65	120	23	21	24,7 5	2	1,5	23
	302 14	70	125	24	22	26,2 5	2	1,5	25
	302 15	75	130	25	23	27,2 5	2	1,5	27
	302 16	80	140	26	24	28,2 5	2,5	2	28



Self Aligning Roller Bearing single Row DIN 6.35 T1 (8.87)

mm



) Bei kegeliger Bohrung 1:12 wird die Nummer mit K ergänzt.

Nomer Bearing	Kode 202				Kurzzeichen ¹⁾	Kode 203			
	d	D	B	r		d	D	B	r
202 04	20	47	14	1,5	203 04	20	52	15	2
202 05	25	52	15	1,5	203 05	25	62	17	2
202 06	30	62	16	1,5	203 06	30	72	19	2
202 07	35	72	17	2	203 07	35	80	21	2,5
202 08	40	80	18	2	203 08	40	90	23	2,5
202 09	45	85	19	2	203 09	45	100	25	2,5
202 10	50	90	20	2	203 10	50	110	27	3
202 11	55	100	21	2,5	203 11	55	120	29	3
202 12	60	110	22	2,5	203 12	60	130	31	3,5
202 13	65	120	23	2,5	203 13	65	140	33	3,5
202 14	70	125	24	2,5	203 14	70	150	35	3,5
202 15	75	130	25	2,5	203 15	75	160	37	3,5
202 16	80	140	26	3	203 16	80	170	39	4

Self Aligning Roller Bearing Double Row DIN 635 T2 (11.842)

mm



Nomer Bearing		Kode 213			
Diameter Poros	Ketirusan Poros	d	D	B	r
213 04	213 04 k	20	52	15	2
213 05	213 05 k	25	62	17	2
213 06	213 06 k	30	72	19	2
213 07	213 07 k	35	80	21	2,5
213 08	213 08 k	40	90	23	2,5
213 09	213 09 k	45	100	25	2,5
213 10	213 10 k	50	110	27	3
213 11	213 11 k	55	120	29	3
213 12	213 12 k	60	130	31	3,5
213 13	213 13 k	65	140	33	3,5
213 14	213 14 k	70	150	35	3,5
213 15	213 15 k	75	160	37	3,5
213 16	213 16 k	80	170	39	3,5
213 17	213 17 k	85	180	41	4
213 18	213 18 k	90	190	43	4
213 19	213 19 k	95	200	45	4
213 20	213 20 k	100	215	47	4



TABEL
Klasifikasi bearing serta karakteristiknya

Klasifikasi				Karakteristik					Ketelitian	
Beban	Elemen gelinding	Baris	Jenis	Beban radial	Beban aksial	Putaran	Ketahanan terhadap tumbukan	Gesekan		
Radial	Bola	Baris tunggal	Alur dalam	Sedang	Sedang	Sangat tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	
			Ma-pan sendiri *	Sangat ringan	Sangat ringan	Tinggi	Sangat rendah	Sangat rendah		
		Baris ganda	Ma-pan sendiri	ringan	Sangat ringan	Tinggi	Sangat rendah	Rendah	Sedang	
			Alur dalam	Sedang	Ringan	Sedang	Rendah			
	Rol	Silinder	Baris tunggal	Jenis N, NU*	Berat	Tidak dapat	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
			Baris ganda	Jenis NN		Tidak dapat	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
		Bulat	Baris ganda	Ma-pan sendiri	Sangat Berat	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sedang
	Gabungan	Bola	Baris tunggal	Kontak sudut	Sedang	Agak berat	Sangat tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi
				Mag-neto	Ringan	Ringan	Tinggi			
		Baris ganda	Kontak sudut	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sedang	
Rol Kerucut		Baris tunggal	Berat	Sangat Berat	Berat	Sedang			Tinggi	Tinggi
	Baris ganda*	Sedang	Sedang				Sedang			
Aksial	Bola	Baris tunggal dan ganda		Tidak dapat	Agak berat	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	
	Silinder	Baris tunggal, ganda, tiga*			Sangat berat	Sangat Rendah	Tinggi	Tinggi	Sedang	
	Kerucut	Baris tunggal*								Agak berat

ntuk Jadwal perawatan dari bearing dapat dibuat berdasarkan dari tingkat kebutuhan

Keterangan :

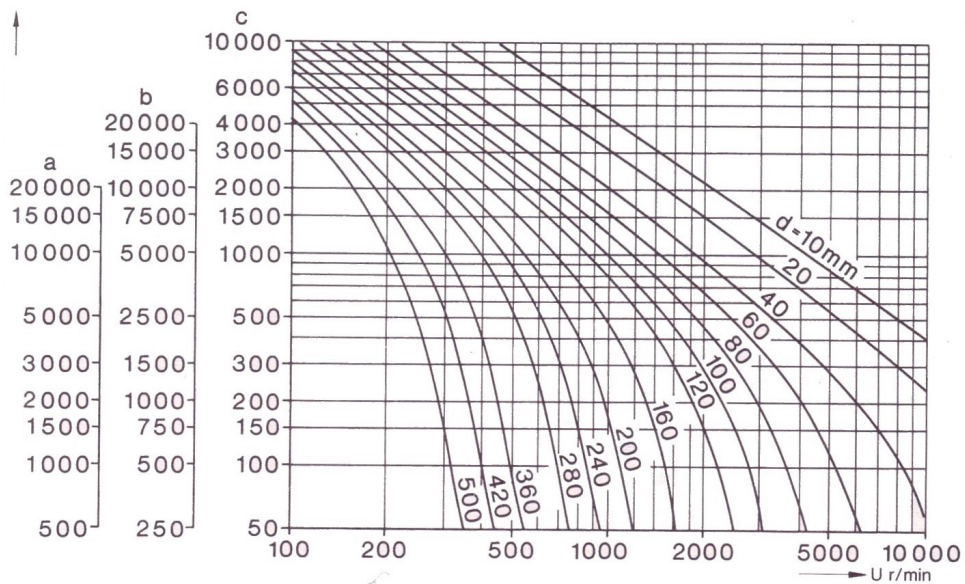
- * menyatakan bantalan yang dibuat hanya atas pesanan khusus
- Ketelitian yang dinyatakan adalah ketelitian tertinggi yang terdapat



III. Perawatan Bearing

Untuk perawatan dari bearing tidaklah memerlukan perhatian khusus atau pengecekan yang khusus. Hal ini karena bearing tidak ada komponen yang rumit. Jadi pada intinya adalah pemberian pelumasan sesuai dengan kerja yang ada.

Tabel pelumasan sesuai dengan jumlah jam pemakaian



- a Radial-Kugellager
- b Zylinderrollenlager, Nadellager
- c Pendelrollenlager, Kegellager, Axial-Kugellager



<i>Demands</i>	<i>Bearings without lubrication</i>	<i>Bearings with maximum lubrication</i>	<i>Hydrodynamic bearings</i>	<i>Hydrostatic bearings</i>	<i>Aerodynamic bearings</i>	<i>Aerostatic bearings</i>
Loading capacity	low	low to medium	medium to high	medium	very low	low
Sliding speed	low	low to medium	medium to high	zero to medium	very high	very high
Small starting torque	normally not recommended	satisfactory	satisfactory	excellent	satisfactory	excellent
Small friction torque at steady state			satisfactory		excellent	
Precision of radial setting	bad	good		excellent	good	good
Lifetime	limited but predictable		theoretically endless, but limited by starts and run-outs number	theoretically endless	theoretically endless, but limited by starts and run-outs number	theoretically endless
Mix of axial and radial loading capacity	axial supporting face must be done for absorbing axial load					
Still running	good for stationery devices	excellent	excellent	excellent, apart the possible pump noise	excellent	excellent, but compressed noise is possible



Lubrica- tion sim- plicity	excellent		separate system can be used with certain limi- tation of speed, load- ing and di- ameter	additional high pres- sure pump neces- sary	excellent	supply of com- pressed, dry and clean air neces- sary
Availabil- ity of standard parts	good to excellent	excellent	good	not suitable		
Protec- tion against pollution of prod- uct and environ- ment	abrasion can be a limiting factor	normally satisfactory, but sealing is necessary, except when work- ing liquid can be used for lubricant			excellent	
Starts and run- outs number. Frequent rot. direc- tion change	excellent	good, generally good	good, gener- ally good	excellent	bad	excellent
Operating expenses	very low		depends on the com- plexity of lubrication system	price of lubricant supply must be consid- ered	none	price of gas sup- ply must be consid- ered



<i>Ambient conditions</i>	<i>Bearings without lubrication</i>	<i>Bearings with limited lubrication</i>	<i>Hydrodynamic bearings</i>	<i>Hydrostatic bearings</i>	<i>Aerodynamic bearings</i>	<i>Aero-static bearings</i>
High temperature	satisfactory, depends on the material	beware of oxidation: lubrication resistance necessary	beware of oxidation: lubricant resistance necessary	excellent	excellent	
Low temperature		possible limitation from lubricant, respect to starting torque necessary	possible limitation from lubricant, respect to starting torque necessary	possible limitation from lubricant	excellent, ideally dried gas necessary	
Outside vibrations	normally satisfactory, except when impact loading peak exceeds loading capacity	satisfactory	excellent	normally satisfactory	excellent	

dari mesin. Sehingga jadwal perawatan dari masing masing seksi akan berbeda. Untuk itu dapat dicontohkan beberapa komponen yang ada dan juga posisi bearing, sehingga akan mendapatkan suatu rencana pelumasan bearing yang optimal.

Contoh :

N o.	Nama Komponen	Posisi	Kode/ nama Bearing	Jenis Pelumas	Periode Pelumasan	Pe-nanggung Jawab
1.	Konveyor	Poros driver	T 206	Grease	3 bln	Thomas

**Contoh Format Daftar Pelumasan**

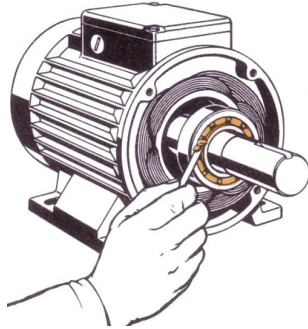
N o.	Tanggal Pe- lumas	Nama Pe- lumas	Posisi Bearing	Kode/ Nama Bearing	Nama Op- erator	TTD
1.	10 - 6 - 07	Oli SAE 50	Poros KOnveyor	Single Roll- er (62)	Toni	



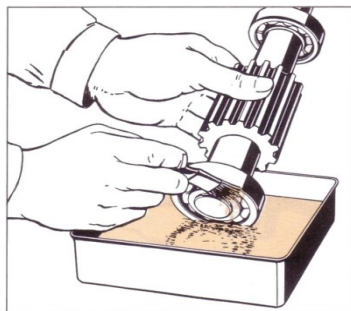


Perawatan Bearing

1. Pemberian pelumas pada Bearing motor (dynamo).

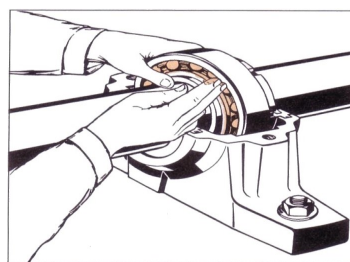


2. Pembersihan kerak atau karat pada gear bo



3. Pemberian grease Pada Bearing

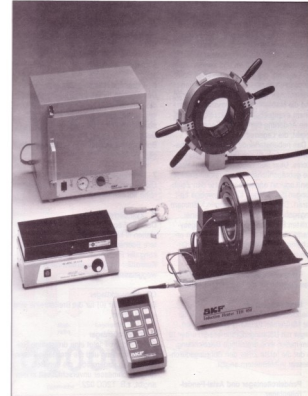
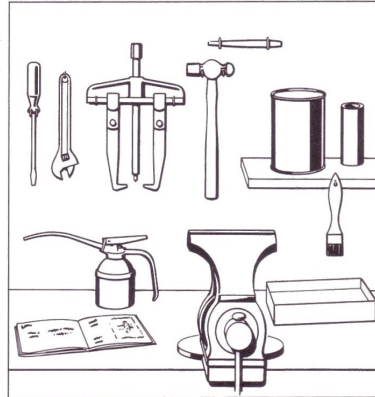
x





Pemasangan dan Pelepasan Bearing

Alat-Alat yang diperlukan untuk melepas dan memasang bearing :



Prosedur Urutan Melepas Bearing :

- a. Menganalisa tentang cara melepas bearing
- b. Menyiapkan alat-alat untuk bongkar pasang bearing
- c. Melepas bearing dari ikatan poros/housing. (snap ring, Ring C, Baut)
- d. Melepas bearing. Bisa dengan trecker.

Prosedur Urutan Memasang Bearing :

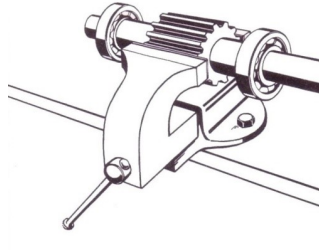
- a. Membersihkan poros dari kotoran/karat dengan kain pembersih.
- b. Memilih kode bearing sesuai dengan kode
- c. Memasang bearing sesuai dengan spesifikasinya
- d. Menguji apakah pemasangannya sudah benar atau belum. (dengan memutar poros, lihat letak bearing, mengukur jarak masing-masing tepi bearing.
- e. Memberi pelumas pada bearing



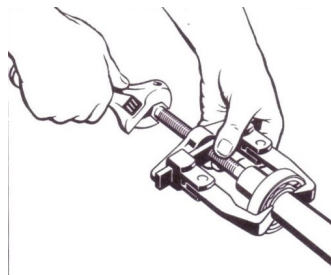


Untuk cara-cara pelepasan/pemasangan bearing :

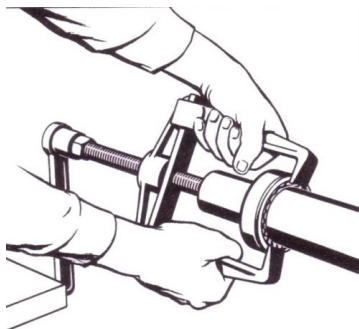
1. Penjepitan harus pada ragum, karena untuk memudahkan dalam pelepasan bearing.



2. Pelepasan bearing dengan menggunakan trecker, dengan cara memasang lengan trecker pada bearing dan memutar baut pengencangnya sampai bearing terlepas.

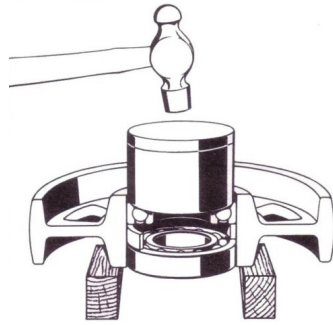


3. Pelepasan bearing dengan menggunakan trecker, dengan cara memasang lengan trecker pada bearing dan memutar lengannya tetapi baut pengencangnya ditahan meja sampai bearing terlepas.

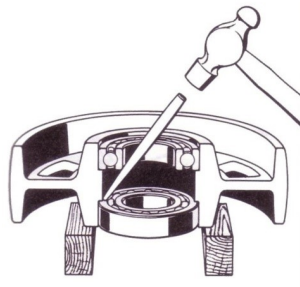




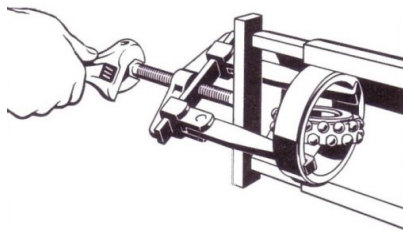
4. Untuk pemasangan pada Rumah bearing, maka harus memakai pipa atau benda bulat sebesar ring luar dari bearing dan bisa dipukul.



5. Cara mudah untuk melepas bearing dalam posisi sempit dapat menggunakan besi lunak dan dipukulkan pada poros bearing



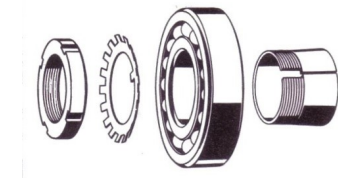
6. Cara melepas bearing jenis ini dengan memutar bola bearing, kemudian memasukkan trecker lengan ujung luar kemudian menariknya seperti pada gambar ini ;



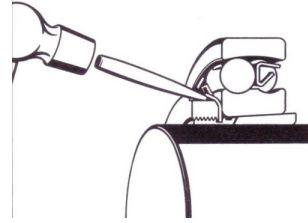
7. Untuk jenis bearing dengan ring pengunci, maka setelah memasang harus ringnya dilipat pada alurnya. Begitu pula apabila meepas, maka ring tersebut harus diluruskan lagi.



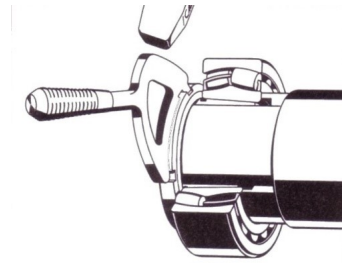
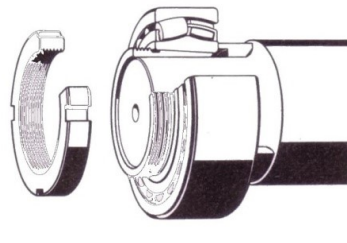
8.



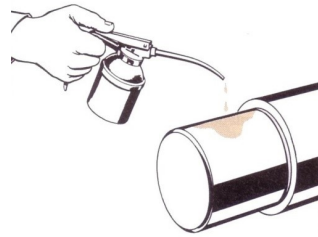
yang pada
maka bearing akan tertekan masuk



Mur
diputar
poros



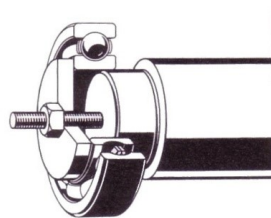
9. Sebelum pemasangan sebaiknya diberipelumas agar lebih mudah masuknya :



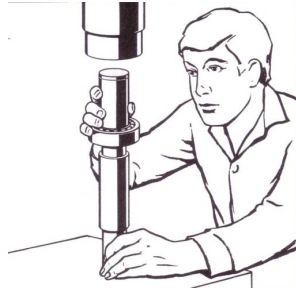
10.

diputar dengan baut.

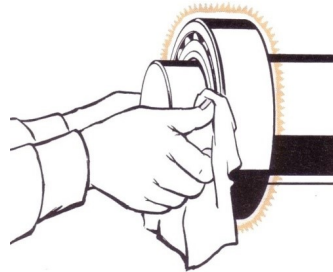
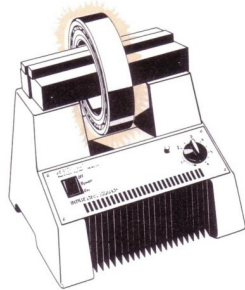
Memasang bearing dengan penutup yang



11. Pemasangan bearing dengan handpress atau hidrolik pres



12. Pemasangan bearing dengan cara dipanaskan dengan suhu 90° , kemudian dimasukkan pada porosnya dengan sarung tangan



Untuk menguji hasil pasangan, maka beberapa cara yang dapat diambil:

1. Mendengarkan putaran bearing,
2. Melihat kelurusan bearing
3. Melihat kelurusan poros
4. Memutar bearing
5. Memutar poros
6. Melihat kesesakan bearing
7. Mengecek kode bearing

8. Mengecek posisi (keterbalikan) bearing1.

V. Umur Bearing



Umur L_n	2000 – 4000 (jam)	5000 – 15000 (jam)	20000 – 30000 (jam)	40000 – 60000 (jam)
beban				
	Pemakaian jarang	Pemakaian sebentar-sebentar (tidak terus-menerus)	Pemakaian terus-menerus	Pemakaian terus-menerus dengan keandalan tinggi
Kerja halus tanpa tumbukan	Alat listrik rumah tangga, sepeda	Konveyor, mesin pengangkat, lift, tangga jalan	Pompa, poros transmisi, separator, pengayak, mesin perka- kas, pres pu- tar, separator sentrifugal, sentrifus pem- urni gula, mo- tor listrik	Poros, transmisi utama yang memegang peranan penting, motor-motor listrik yang penting



Kerja biasa	Mesin pertanian, gerinda tangan	Otomobil, mesin jahit	Motor kecil, roda meja, pemegang pinyon, roda gigi reduksi, kereta rel	Pompa penguras, mesin pabrik, kertas, rol kalender, kipas angin, kran, penggiling bola, motor utama kereta rel listrik.
Kerja dengan getaran atau tumbukan		Alat-alat besar, unit roda gigi dengan getaran besar, rolling mill	Penggetar, penghancur	



vi. Kondisi Bearing

Kondisi bearing yang ada sangat ditentukan dari aspek pemakaian dan cara pemasangan. Untuk kedua aspek ini akan menentukan bearing tersebut rusak atau tidak, cacat, karat dan lainnya. Dan pada akhirnya bearing tersebut harus diganti agar tidak menyebabkan kerusakan poros atau komponen lainnya. Beberapa hal yang sering terjadi tentang kerusakan bearing:

- a. Tepi Bearing retak
- b. Bearing kondisi longgar/goyang
- c. Rumah bearing berkarat
- d. Kerusakan pada seal (dari pemakaian)
- e. Terdapat bunyi gemerisik pada bearing
- f. Roda peluru pecah
- g. Bearing setelah dipasang menjadi sesak

Alasan Masing-masing kerusakan :

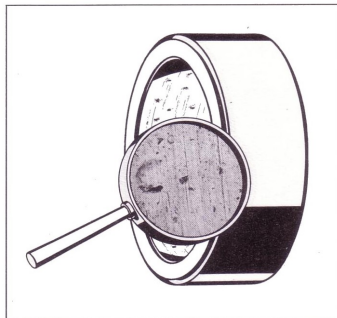
- a. Tepi retak :
 - Beban kejut
 - Berhenti mendadak tanpa, sehingga ada momen pengereman
 - Kesalahan pemasangan yang akibat dari pengepresan yang tidak merata
- a. Bearing longgar :
 - Sudah aus karena lama pemakaian
 - Beban pemakaian yang overload
- b. Rumah bearing berkarat :
 - Kurang pelumasan
 - Pemakaian yang berhubungan dengan air.
- c. Kerusakan pada seal
 - Pemakaian yang terlalu panas
 - Kurang pelumasan
 - Waktu pemakaian yang terlalu lama
- d. Bunyi gemerisik :
 - Kurang pelumasan
 - Roda peluru aus
- e. Roda peluru pecah :
 - Beban overload
 - Pemakaian yang lama



- Ada beban kejut
- f. Bearing setelah dipasang menjadi sesak :
 - Suaian dari poros atau rumah bearing terlalu sesak
 - Ada ketirusan atau cacat pada poros atau rumah bearing

1. **Ada beban kejut, sehingga ring luar bearing rusak.**

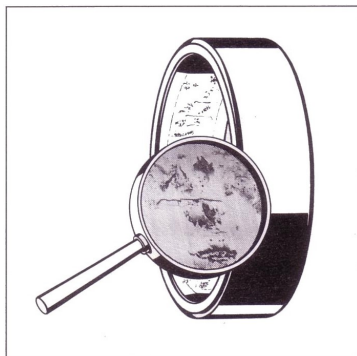
2.



karat

Kerusakan akibat lama pemakaian,

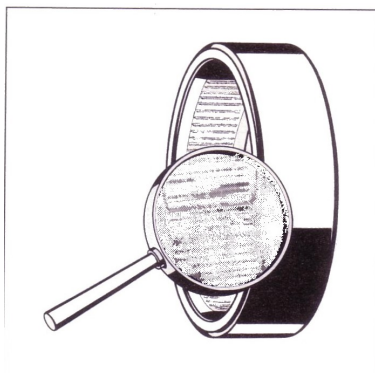
3.



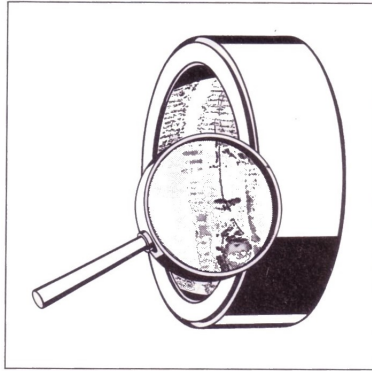
Bearing yang lama berhenti dan berkarat, pemakaian yang lama, Beban

yang overload.

4.



Akibat dari Pengencangan yang terlalu keras sehingga tepi ring jadi cepat aus.



VII.

Safety

Aspek safety pada pemasangan dan pelepasan bearing harus diperhatikan, walaupun terlihat sangat sepele. Karena untuk pemasangan kadang berhubungan dengan benda yang berat, palu, juga panas. Untuk Pelepasan kadang juga ada sesuatu yang patah, terlempar, atau pecah. Untuk itu perlu sekali adanya alat keselamatan kerja atau suatu cara untuk menghindari adanya kecelakaan.

Alat-alat keselamatan kerja yang dipakai pada pelepasan dan pemasangan bearing adalah:

1. Kaca mata
2. Sarung tangan kulit.
3. Sepatu kerja
4. Pakaian Kerja

Sikap kerja :

- Jangan memegang bearing panas hanya dengan tangan.
- Pakailah pipa atau bahan berdiameter untuk memasang bearing agar dapat lurus.
- Jangan memukul bearing langsung dengan palu, karena dapat cacat, sehingga sulit masuk ke poros atau rumah bearing.



- Apabila yang sesak porosnya maka saat menekan atau memukul dengan pipa, maka diameter harus pada diameter poros tersebut, tidak pada ring luar bearing.

PERHITUNGAN BANTALAN

Bantalan merupakan elemen mesin yang berfungsi sebagai penumpu suatu poros yang berbeban dan berputar. Dengan adanya bantalan maka putaran dan gerakan bolak-balik berlangsung secara halus, aman dan tahan lama.

Bantalan harus mempunyai ketahanan terhadap getaran maupun hentakan. Jika suatu sistem menggunakan konstruksi bantalan, sedangkan bantalannya tidak berfungsi baik, maka seluruh sistem akan menurun prestasinya.

Macam-macam bantalan

Menurut arah beban yang diderita oleh elemen maka bantalan dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Bantalan Radial. Bila arah beban yang ditumpu oleh bantalan arahnya tegak lurus sumbu poros.
2. Bantalan axial. Bila arah beban yang ditumpu oleh bantalan arahnya searah dengan sumbu poros.

Menurut dasar gerakan bantalan terhadap poros :

1. Bantalan Peluru. Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dan yang diam, melalui elemen peluru seperti bola (peluru), rol jarum dan rol bulat.
2. Bantalan Luncur. Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antar poros dan bantalan. Karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan.

A. BANTALAN PELURU

Bantalan peluru mempunyai keuntungan bahwa gesekan sangat kecil, bila dibandingkan dengan jenis bantalan lain.

Elemen peluru (elemen putar) seperti bola atau rol, dipasang diantara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola dan rol akan membuat gerakan berjalan dan berputar. Cincin berfungsi juga sebagai penutup.



Ketelitian pembuatan rol dan bola merupakan keharusan. Karena luas bidang kontak antara bola atau rol dengan cincinnya sangat kecil, maka besarnya beban sangat kecil.

Karena besarnya bidang kontak sangat kecil, maka besarnya persatuan luas atau tekanan menjadi tinggi. Dengan demikian syarat dari bahan yang dipakai harus mempunyai kekerana dan ketahanan yang tinggi.

Menurut ukuran diameter luar dan dalam dari bantalan peluru, maka bantalan peluru apat dibagi menjadi beberapa kategori yaitu : (lihat tabel 16).

Tabel 16. **Ukuran diameter dan ketegoriya**

Ukuran	Ketegori
Ukuran luar lebih besar dari 800 mm.	Ultra besar
Ukuran luar 180 sampai 800 mm.	Besar
Ukuran luar 80 sampai 180 mm.	Sedang
Ukuran diameter dalam 10 mm atau lebih dan diameter sampai 80 mm.	Kecil
Diameter dalam kurang dari 10 mm dan diameter luar 9 mm atau lebih.	Diameter Kecil
Diameter luar kurang dari 9 mm.	Miniatur

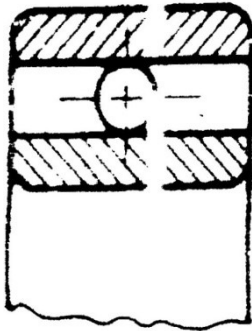
Dalam pemakaian bantalan dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Bantalan otomob
2. Bantalan mesin
3. Bantalan instrumen

Jenis-jenis Bantalan Peluru

□ Bantalan Radial

Bantalan peluru ada dua macam yaitu bentuk bantalan bola dan bantalan rol (lihat gambar 1 dan gambar 2).



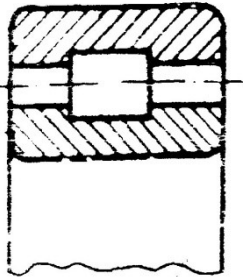
- a. **Bantalan bola radial.** Dapat berfungsi sebagai pendukung beban radial. Yaitu beban yang tegak lurus sumbu poros. Dapat digunakan untuk putaran yang tinggi, dan harganya murah.

Gambar 1. **Bantalan Bola.**

- b. **Bantalan rol dan silindris.** (Gambar 2). Bantalan rol silindris dapat mendukung beban radial yang tinggi dan terpisah. Pemasangan dan pembongkran sederhana.

Gambar 2. **Bantalan bola silindris**

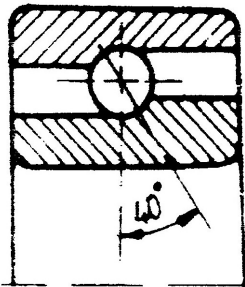
- B. **Bantalan rol dan silindris.** (Gambar 2). Bantalan rol silindris dapat mendukung beban radial yang tinggi dan terpisah. Pemasangan dan pembongkran sederhana.



Gambar 2. **Bantalan bola silindris**

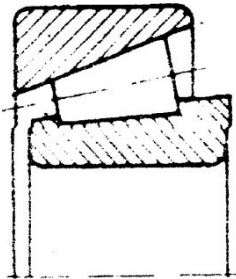
- **Bantalan Peluru Kontak Sudut (Gambar 3 dan Gambar 4)**

- a. **Bantalan bola Kontak sudut** (Gambar 3). Bantalan bola kontak sudut dalam satu arah. Sudut kontak adalah 40° . Penggunaannya sering berpasangan dan saling berhadapan atau berbalikan. Untuk mendukung gaya radial dan aksial dalam satu arah.



Gambar 3. **Bantalan Kontak Sudut**

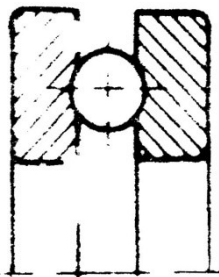
- B. **Bantalan Rol Tirus** (Gambar 4). Bantalan rol tirus mendukung beban radial dan aksial dari arah tertentu. Dapat mendukung dan membawa beban yang tinggi.



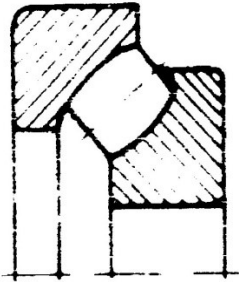
Gambar 4. **Bantalan Rol Tirus**

- **Bantalan Peluru Aksial**

- a. **Bantalan Aksial satu arah**. Bantalan ini hanya digunakan untuk mendukung beban aksial saja. Beban aksial sebaiknya tidak terlalu rendah.



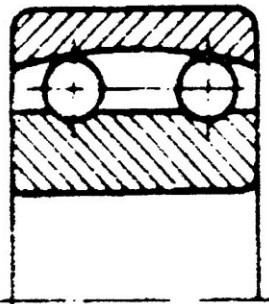
Gambar 5. **Bantalan Aksial**



- b. **Bantalan Rol Aksial Bulat.** Bantalan ini dipergunakan untuk mendukung beban aksial yang besar. Bantalan ini dapat menyesuaikan sendiri dan harus dilumasi dengan oli.

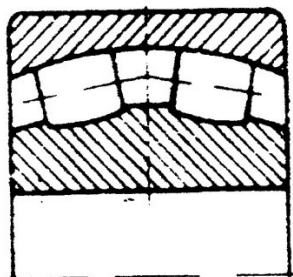
Gambar 6. Bantalan Aksial Rol Bulat.

□ **Bantalan Menyetel Sendiri**



- a. **Bantalan Bola menyetel Sendiri.** Bantalan ini hanya dapat menahan bahan kecil.

Gambar 7. Bantalan Bola menyetel Sendiri



- b. **Bantalan Rol Menyetel Sendiri.** Bantalan ini disebut juga bantalan Loop. Dapat menahan bahan aksial yang besar.

Gambar 6. Bantalan Rol menyetel Sendiri

B. GESEKAN PADA PELURU

Gesekan terjadi antar peluru dan cincin. Besarnya gesekan tergantung dari pelumasan, type-type bantalan peluru, ukuran bantalan, beban, kecepatan dan kondisi perputaran.



Gesekan pada bantalan bola biasanya lebih kecil bila dibandingkan dengan bantalan rol. Pada umumnya kehilangan daya, karena gesekan adalah sangat kecil dan biasanya dapat diabaikan.

Koefisien gesekan umumnya besarnya sebagai berikut :

Untuk bantalan bola : $\mu = 0,0016 \dots 0,0066$.



Untuk bantalan rol : $\mu = 0,0012 \dots 0,0083$.

Bahan bantalan peluru mempunyai kekerasan 62 ± 3 HRc. Bahan bantalan peluru dibuat dari baja khrom. Analisis unsur-unsurnya sebagai berikut :

C = 0,25...1,05%, Mn = 0,25...0,4%

S_i = 0,15...0,35%, Mn = 1,4...1,6%

Untuk elemen putar C_r = 0,4...1,6%

C. PELUMASAN

Pelumasan harus membentuk film minyak sebagai pemisah antara cincin dan rol atau bola putarnya. Agar supaya dapat mencegah gesekan atau mengurangi gesekan dan keawetan dari bantalan.

Dalam Pemilihan sistem pelumasan, sangat perlu diperhatikan konstruksinya, kondisi kerja dan letak bantalannya. Tempat pelumasan, lokasi kerja, bentuk dan kekasaran alur minyak juga merupakan faktor-faktor yang sangat penting yang harus diperhatikan.

Jika minyak pelumas, selain melindungi bantalan dari gesekan juga mencegah terjadinya korosi. Dalam hal ini misalnya sistem pelumasan dengan grease. Grease tersebut menutup bantalan agar terhindar dari debu yang mengotori yang kemungkinan bisa masuk ke dalam ringga bantalan bagian dalam.

Pelumasan oli dimaksudkan juga sebagai pendingin bila timbul panas sewaktu bantalan bekerja. Pada umumnya grease dan oli dipergunakan dalam sistem pelumasan bantalan.

1. *Pelumasan dengan paselin (grease)*. Pada umumnya disenangi dalam kalangan teknik. Sebab sederhana persyaratannya dan perawatannya dan berfungsi ganda, yaitu sebagai perapat (seal) serta penutup. Hanya pada putaran tinggi, pelumasan dengan menggunakan grease tidak cocok. Jadi bila putaran tinggi harus menggunakan oli.

2. *Pelumasan dengan memakai oli*. Pelumasan dengan oli digunakan pada bantalan yang mempunyai putaran tinggi.

D. KAPASITAS NOMINAL BANTALAN PELURU

Ada dua macam kapasitas nominal, yaitu kapasitas nominal dinamis spesifik dan kapasitas nominal statis spesifik. Yang dimaksud dengan kapasitas nominal dapat dijelaskan sebagai berikut :



Misalnya sejumlah bantalan menerima beban radial tanpa variasi, dalam arah yang tetap, jika bantalan tersebut adalah radial, maka bebannya adalah radial murni. Dalam hal ini satu cincin berputar dan satu cincin diam.

Jika elemen putarnya tersebut berputar 1.000.000 (33,3 γ rpm selama 500 jam). Dan setelah menjalani putaran tersebut lalu diuji. Jika hasilnya 90% dari bantalan sampai tidak ada kerusakan karena kelelahan putaran, pada elemen-elemennya, maka besarnya beban tersebut umur nominal.

Jika bantalan menderita beban dalam keadaan diam dan pada titik kontak yang menerima tegangan maksimum besarnya deformasi permanen pada elemen putar, ditambah besarnya deformasi cincin menjadi $i/10.000$ x diameter elemen putar, maka beban tersebut dinamakan kapasitas nominal statis spesifik.

Kedua beban nominal ini, merupakan dasar dalam pemilihan bantalan.

Rumusan untuk mencari harga kapasitas nominal dinamis (C) pada bantalan sebagai berikut :

$$C = K(i \cdot \cos \alpha)^{0,7}, Z^{2/3} \cdot D_b^{1,8} \dots \text{ Untuk } D_b \leq 25,4 \text{ mm.}$$

$$C = 3,647K i \cdot \cos \alpha)^{0,7}, Z^{2/3} \cdot D_b^{1,4} \dots \text{ Untuk } D_b > 25,4 \text{ mm.}$$

$$C = K(i \cdot 1_{er} \cos \alpha)^{7/9}, Z^{3/4} \cdot D_r^{29/27}$$

C = Kapasitas nominal dinamis spesifik.

I = Jumlah garis bola bantalan dalam satu bantalan.

α = Sudut kontak nominal.

Z = Jumlah bola dalam tiap baris.

D_b = Diameter bola.

K = Faktor yang besarnya tergantung dari jenis, kelas ketelitian dan bahan bantalan.

1_{er} = panjang efektif rol.

Untuk mencari harga kapasitas nominal statis (C_0) pada bantalan adalah sebagai berikut :

$$\text{Untuk bantalan bola radial : } C_0 = K_0 I Z D_b^2 \cos \alpha$$

$$\text{Untuk bantalan aksial : } C_0 = 5 I Z D_b^2 \sin \alpha.$$

$$\text{Untuk bantalan bola radial : } C_0 = 2,2 I Z 1_{er} \cdot D_r \cdot \cos$$

I = Jumlah baris bola dalam bantalan dalam satu bantalan.



$\rho = 3 \dots$ Untuk bantalan bola

$\rho = 3,33 \dots$ untuk bantalan rol.

Umur dalam jam :

$$L_n = \frac{L}{n} \cdot 1,67 \cdot 10^4$$

F. BEBAN EKIVALEN

Beban ekivalen dapat dijelaskan sebagai berikut :

Yang dimaksud dengan beban ekivalen dinamis adalah suatu beban yang besarnya sedemikian rupa, sehingga memberika umur yang sama dengan umur yang diberika oleh beban dan putaran yang sebenarnya.

Beban ekivalen dinamis dirumuskan sebagai berikut :

Misalnya sebagai bantalan membawa beban radial F_r (kg) dan beban aksial F_a (kg). Maka beban radial ekivalen dinamis p (kg) untuk bantalan radial, kontak sudut dan bantalan radial.

$$P = (X V F_r + Y F_a) K_s \cdot K_T$$



- F_r = Beban radial
 F_a = Beban aksial
 X = Faktor beban radial.
 V = Faktor rotasi
 $V = 1$ – bila beban putar pada cincin dalam
 $V = 1,2$ – bila beban putar pada cincin luar
 K_s = Faktor keamanan (lihat tabel 18)
 K_T = Faktor suhu.

Faktor suhu diperhitungkan bila suhu kerja $> 100^{\circ}\text{C}$. Untuk bantalan baja biasa (tabel 16).

Tabel 17 Faktor suhu

$t^{\circ}\text{C}$	125°	150°	200°
K_{τ}	1,05	1,1	1,25

Jika $\frac{F_a}{F_r} \leq$ maka $X =$ dan $Y = 0$ (lihat tabel 17).

Tabel 18. **Beban radial dan aksial, faktor X dan Y untuk bantalan bola dan bantalan rol.**



Type	Sudut kontak	Beban relatif $\frac{F_a}{C_o}$	Baris tunggal				Baris ganda				C		
			$\frac{F_a}{VFr} \leq C$		$\frac{F}{VFr} > C$		$\frac{F_a}{VFr} \leq C$		$\frac{F}{VFr} > C$				
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			
Bantalan bola radial	0	0,014 0,028 0,056 0,084 0,11 0,17 0,28 0,42 0,56	1	0	0,56	2,3						2,3	0,1
						0						0	9
						1,9						1,9	0,2
						9						9	2
						1,7						1,7	0,2
						1						1	6
						1,5						1,5	0,2
						5						5	8
						1,4						1,4	0,3
						5						5	0
						1,3						1,3	0,3
						1						1	4
						1,1						1,1	0,3
						5						5	8
						1,0						1,0	0,4
4						4	2						
1,0						1,0	0,4						
0						0	4						



						1,8				2,9	0,3
						1				4	0
						1,6				2,6	0,3
						2				3	4
						1,4				2,3	0,3
		0,014				6		2,08		7	7
		0,129				1,3		1,84		2,0	0,4
Bantalan bola		0,057				4		1,69		8	1
		0,086			0,4	1,2		1,52		1,9	0,4
		0,11	1	0	6	2	1	1,39	0,74	8	5
Kontak sudut		0,17				1,1		1,30		1,8	0,8
		0,29				3		1,20		4	4
		0,43				1,0		1,16		1,6	0,5
		0,57				4		1,16		9	2
						1,0				1,6	0,5
						1				4	4
						1,0				1,6	0,5
						0				2	4
					0,4	1,0				1,6	0,5
					3	0				3	7
					0,4	0,8				1,4	0,6
	18-20				1	7		1,09	0,70	4	8
	24-26				0,3	0,7		0,92	0,67	1,2	0,8
	30	-	1	0	9	6	1	0,78	0,63	4	0
	35,36				0,3	0,6		0,66	0,60	1,0	0,9
	40				7	6		0,55	0,57	7	5
					0,3	0,5				0,9	1,1
					5	7				2	4
Bantalan rol tirus	-	-	1	0	0,4	0,4 Cot	1	0,45 Cot	0,67	0,67 Cot	1,5 tg



Beban ekuivalen untuk bantalan rol silindris dengan rol pendek.

$$P = Fr \cdot K_s \cdot K_T$$

Untuk bantalan aksial :

$$P = Fa \cdot K_s \cdot K_T$$

Tabel 19. Harga Faktor Keamanan K_s

Beban Bantalan	K_s	Contoh-contoh penggunaan
Beban tetap. Tidak ada kejutan		Bantalan yang digunakan
Beban dengan kejutan beban lebih sampai 125%.	1,3 - 1	Bantalan untuk penggerak roda gigi, untuk gaya luar yang tetap mesin-mesin perkakas, motor-motor listrik, konveyor.
Beban dengan kejutan bebas, beban lebih sampai 150% dari beban nominal.	1,3 - 1 81,8	Bantalan untuk traktor, kereta api, kereta barang, mobil, motor bakar, mesin skrap, mesin ketam dan sebagainya ($K_T = 1,5 - 1,8$)
Beban dengan kejutan berat, beban lebih sampai 300% dari beban nominal.		Bantalan untuk mesin-mesin tempa, penghancur batu, roll meja, rolling mill.

Beban ekuivalen statis radial P_o dan beban radial F_r beban aksial F_a , maka :

$$P_o = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_a$$

X_o = Faktor beban radial bantalan.

Y_o = Faktor beban aksial bantalan.

F_r = Beban radial.

F_a = Beban aksial.

Jika $P < F_r$, maka menggunakan rumus $P_o = F_r$.

Harga C_o (Beban statis speksifik) dapat ditentukan juga dengan rumus

berikut :

$$C_o = S_o \cdot P_o$$



Po = Beban ekuivalen statis.

So = Faktor keamanan statis.

Untuk rol bulat (spherical roller trust bearing) So = 2

Untuk keperluan normal rata-rata So = 1,0

Untuk pemakaian getaran halus So = 0,5

Pemakaian pada beban kerja So = 1,5 – 2

Pemakaian pada putaran-putaran So = 2

(TIDAK JELAS)

Gambar 9. Diagram harga C/P

Tabel 20. **Faktor Xo dan Yo**

Untuk bantalan baris tunggal, bila Fa/V.Fr

Maka X = 1, Y = 0

Contoh 1 :

Jenis Bantalan	Baris Tunggal	Baris Ganda		
	Xo	Yo	Xo	Yo
Bantalan bola radial	0,5	0,47	1	0,94
$\alpha = 12^\circ$		0,37		0,74
$\alpha = 26^\circ$		0,28		0,56
$\alpha = 36^\circ$		0,26		0,52
$\alpha = 40^\circ$				

Suatu bantalan bola diperlukan pada putaran 1000 rpm dengan membawa beban konstan Fr = 4000 N dan untuk mencapai umur nomonal speksifik minimum Lh = 2000 jam kerja. Berapa ukuran bantalan yang diperlukan ?

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{Dari diagram gambar 9, Perbandingan beban C/P didapat} &= 10,6 C \\
 &= 10,6 \times P \\
 &= 10,6 \times 4000 \\
 &= 42400 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Dari tabel akan bantalan dengan C = 42.500 N.

Kedua-duanya cocok untuk kondisi tersebut. Pertimbangan dan penentuan dan penentuan terakhir diameter poros.



Tabel-tabel bantalan (SKF General Catalogue 1978)

Tabel 21. **Bantalan bola radial**

SKF General Catalogue, 1978.

Beban ekuivalen berlaku :

52



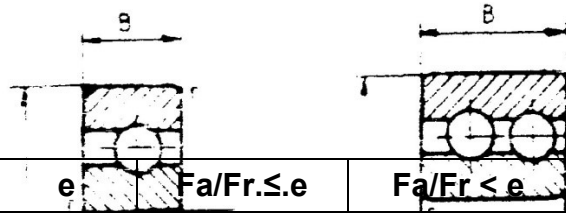
Beban dinamis = $P = X.F_r + 0,5.F_a$

Beban statis = $P_o = 0,6.F_r + 0,5.F_a$

Bila $P_o < F_r$ $P_o = F_r$

Ukuran (mm)			Beban nominal		Beban putaran		r (min)
d	D	B	Dinamis	Statis	Grease	Oil	
5							
6							
7							
9							
1							
0	19	6	1290	629	32000	38000	05
1	13	3,5	630	315	38000	45000	03
5	22	7	2500	1240	30000	36000	05
1	26	8	3550	1960	26000	32000	05
7	28	8	3550	1960	28000	34000	05
2	32	9	4300	2500	22000	28000	05
0	35	10	4650	2800	19000	24000	05
2	47	14	9800	6200	15000	18000	15
5	52	15	10800	6950	12000	15000	15
3	62	16	15000	10000	10000	13000	15
0	80	21	25500	18000	8500	10000	25
3	90	23	31500	22400	7500	9000	25
5	10	25	40500	30000	6700	8000	25
4	0	7	48000	4250	9000	11000	05
0	6						
4							
5							
5							
0							

Tabel 22. Perhitungan Faktor



Fa/Co	e	Fa/Fr ≤ e		Fa/Fr < e	
		X	Y	X	Y
0,025	0,22	1	0	0,56	2
0,04	0,24	1	0	0,56	1,8
0,07	0,27	1	0	0,56	1,6
0,13	0,31	1	0	0,56	1,4
0,25	0,37	1	0	0,56	1,2
0,50	0,44	1	0	0,56	1

Tabel 23.

SKF General Catalogue, 1978.

Beban Ekuivalen Bantalan :

Dinamis : $P = Fr + Fa$ dapat dipercaya bila $Fa = 0,3 Fr$

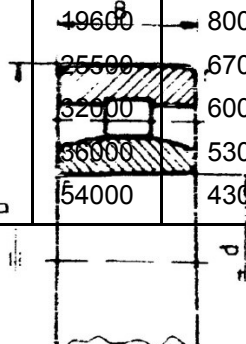
Statis : $Po = 0,6 Fr + 0,5 Fa$ bila $Po < Fr$ maka $Po = Fr$

Tabel 24. Bantalan bola kontak sudut

Gambar 11

Ukuran (mm)			Beban nominal		Batas putaran		r (min)
d	D	B	Dinamis	Statis	Grease	Oil	
10	30	14	6400	5400	18000	22000	1
12	32	14	7100	5700	17000	20000	1
15	35	14	7800	6800	14000	17000	1
17	40	16	10400	9300	12000	15000	1,5
20	47	18	13700	12700	10000	13000	1,5
25	52	18	15000	14600	9000	11000	1,5
30	62	20	18700	19600	8000	9500	1,5
35	72	23	23200	25500	6700	8000	2
40	80	23	27500	32000	6000	7000	2
50	90	23	28500	36000	5300	6300	2
60	120	28	42500	54000	4300	5000	2,5

Tabel 25. Bantalan rol radjal





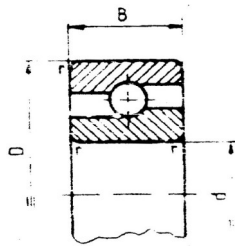
Gambar 12

SKF General Catalogue, 1978.

Beban ekuivalen bantalan :

$$P = Fr$$

$$P_o = Fr$$



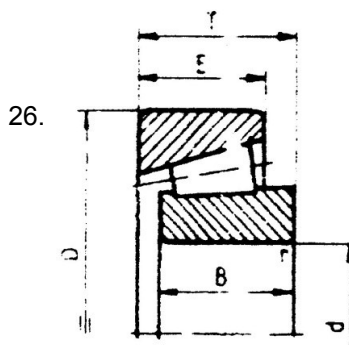
Ukuran (mm)			Beban nominal		Batas putaran		r (min)
d	D	B	Dinamis C(N)	Statis Co(N)	Grease	Oil	
10	30	9	380	2120	19000	28000	1
12	32	10	5400	3050	17500	24000	1
15	35	11	6200	3650	14000	19000	1
17	40	12	7650	4650	14000	19000	1
20	47	14	10200	6400	11000	16000	1
25	62	17	19000	12200	8500	12000	1
30	62	16	15600	11000	8500	12000	2
35	72	17	20800	15000	7500	10000	1,5
40	80	18	24500	18600	6700	9000	2
45	85	19	27500	21200	6300	8500	1
50	90	20	28500	23200	5600	7500	1
50	100	21	36000	29000	5300	7000	2,5
60	110	22	23000	36000	4800	6300	2,5

Gambar 13



e	Fa/Fr ≤ e		Fa/Fr ≥ e	
e	X	Y	X	Y
1,14	1	0	0,35	0,57

Ukuran (mm)			Beban nominal		Batas putaran		r (min)
d	D	B	Dinamis C (N)	Statis Co(N)	Grease	Oil	
15	35	11	8150	4250	19000	24000	1
17	40	12	9800	5250	17000	20000	1
20	47	14	13400	7350	15000	18000	1,5
25	52	15	15300	8800	12000	15000	1,5
30	62	16	20400	12000	10000	13000	1,5
35	72	17	19000	17600	9000	11000	2
40	68	15	21200	13400	9500	12000	1,5
40	80	16	38000	24000	8500	10000	2
45	75	16	26500	17500	9000	11000	1,5
45	85	23	54000	37600	7000	8500	2
50	80	16	26500	17600	8500	10000	1,5
60	95	18	32000	22400	6700	8000	2
65	100	18	32000	22800	6300	7500	2
70	110	20	48000	34000	6000	7000	2



Tabel

$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r < e$		
X	Y	X	Y
1	0	0,4	tabel

Bantalan rol tirus

SKF General Catalogue, 1978

$P = XFr + Y_o.F_o$

$= XFr + Yfa$

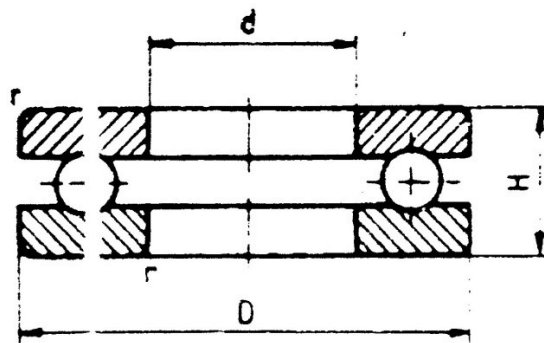
$P_o = 0,5 Fr$

Beban ekuivalen bantalan :

$P = F_a$

$P_o = F_a$

Tabel 27. Bantalan Bola aksial



Gambar 14

SKF General Catalogue, 1978.

G. SUAIAAN DAN TOLERANSI PADA PEMASANGAN

1. Toleransi

Ketelitian ukuran akan mempengaruhi keadaan pemasangan bantalan dan poros atau bantalandengan rumah bantalan. Ketelitian yang tinggi, memberikan kelonggaran yang sesuai dan mengurangi kesalahan pada pemasangan, sehingga umur kerja bantalan dapat dipertahankan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.



Kelonggaran mula dan kelonggaran kerja harus dibedakan dan diperhitungkan

Ukuran (mm)			Beban nominal (N)		Batas putaran		B	E	r	Y	Yo
d	D	T	Dinamis C(N)	Statis Co (N)	Grease	Oil					
	4	1					1				
	2	4					3				
	4	1					1				
	0	3					2				
	4	1					1	11			
	2	5				1300	5	11			
	4	1				1300	1	12			
15	2	5	19300	12700	900	0	5	11,	1,5	2,1	1,1
17	4	1	16300	11000	9000	1200	1	5	1,5	1,7	0,9
20	4	5	20800	15600	8500	0	5	11,	1	1,6	0,9
22	5	1	21600	16300	8000	1100	1	5	1	1,5	0,8
25	2	6	23000	18300	8000	0	9	12	1	1,4	0,8
28	5	1	27000	21600	7000	1100	1	13	1,5	1,4	0,8
30	5	7	30500	24500	6700	0	7	13	1,5	1,4	0,8
32	5	1	31500	26000	6300	9600	1	14	1,5	1,3	0,7
35	8	7	36500	30500	6000	9000	7	14,	1,5	1,3	0,7
40	6	1	45000	40000	5300	8500	1	5	1,5	1,6	0,9
45	2	8	50000	44000	4800	8500	8	15,	1,5	1,5	0,8
50	6	1	52000	48000	4500	7000	1	5	1,5	1,4	0,8
55	8	9	69500	64000	4000	6300	9	15,	2	1,5	0,8
	7	2				6000	2	5			
	5	0				5300	0	17,			
	8	2					2	5			
	0	0					0				
	9	2					2				
	0	3					3				

dalam perencanaan. Kelonggaran mula adalah kelonggaran yang diberikan pada umumnya. Sedangkan kelonggaran kerja adalah kelonggaran yang harus diperhitungkan karena adanya pengembangan komponen pada waktu komponen bekerja, karena timbul panan yang ditimbulkan karena komponen bergeseran pada waktu bekerja.

Untuk bantalan bola dipilih 15 sampai dengan j5 untuk poros
J6 untuk lubang (rumah).



Untuk bantalan rol dipilih k5 sampai dengan m5 untuk poros
K6 untuk rumah.

1. Kondisi Beban

Dalam pelaksanaannya, pemilihan bantalan, maka faktor gaya-gaya, waktu bekerja, cincin mana yang bekerja/berputar, kenaikan temperature harus diperhitungkan. Yang terpenting adalah pertimbangan terhadap cincin mana yang berputar.

Jika cincin dalam yang berputar maka cincin itu harus terpasang kuat pada porosnya (lihat gambar 15), yang berarti harus menggunakan suaian sesak.

Jika cincin luar yang berputar maka cincin tersebut harus terpasang kuat pada rumah bantalan, memakai suaian sesak (lihat gambar 16).

Ukuran (mm)			Beban nominal		Batas putaran		r (min)
d	D	H	Dinamis C (N)	Statis Co (N)	Grease	Oil	
10	24	9	6700	8800	7000	9500	0,5
12	26	9	6950	10000	7000	9500	0,5
15	28	9	7200	11200	6300	8500	0,5
17	30	9	7500	12200	6300	8500	0,5
20	35	10	9800	16600	5600	7500	0,5
25	42	11	12200	22800	4800	6300	1
30	47	11	12900	26500	4500	6000	1
35	52	12	13400	30000	4300	5600	1
40	60	13	18000	40000	3800	5000	1
45	65	14	18600	45000	3400	4500	1
50	70	17	19600	50000	3400	4500	1
55	78	16	23600	62000	3000	4000	1
60	85	17	27500	71000	2600	3600	1,5
65	90	18	28500	78000	2400	3200	1,5
70	95	18	32500	88000	2400	3200	1,5

Gambar 15

Gambar 16



Bila cincin dalam berputar, beban statis dan cincin luar berputar bersama beban maka, suaian yang dianjurkan sebagai berikut :

- a. Suaian poros
 - Bantalan bola kecil d lebih kecil atau sama dengan 40 mm menggunakan j5.
 - Ukuran menengah d antara 40 – 100 menggunakan j6, k6.
 - Ukuran besar d lebih dari 100 mm menggunakan k6, m6, n6.
 - Bantalan rol kecil d lebih atau sama dengan 60 mm menggunakan j6k6.
 - Ukuran mencegah d antara 60 – 200 mm menggunakan k6, m6 dan n6.
- b. Suaian lubang yang dianjurkan adalah H6, H7, J7, P7, M7, N7.

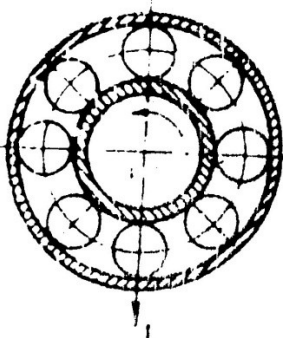
Bila cincin luar berputar beban tetap dan cincin dalam berputar maka suaian dianjurkan adalah sebagai berikut :

- a. Suaian poros yang dianjurkan adalah : h6, h5, g5, g6.
- b. Suaian lubang yang dianjurkan adalah :
 - Untuk beban kecil normal memakai K7, K6.
 - Untuk beban normal, kejut M7, M6.
 - Untuk beban besar dan kejut N7, N6.
 - Untuk beban, kejut dan rumah bantalan tipis memakai P7, P6.
 - Untuk poros maka basis lubang harus dipakai, sedangkan untuk rumah harus menggunakan basis poros.

Contoh :

1. Pilihlah suatu bantalanuntuk suatu mesin kendaraan untuk mendukung beban dinamis radial sebesar : 400 kg pada rumah bantalan. Kecepatan putaran 500 rpm. Untuk masa pakai (umur) 3 tahun, dan digunakan 5 jam/hari.

Jawab :



L =

dan

Lihat diagram 9.

Beban 400

$400 \times 9,8 =$

N

$5 \times 12 \times 13$

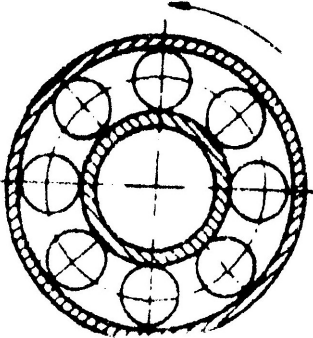
5400 jam

Untuk

putaran 500

$L = 5400$

maka C/P =



kg =

3920

$\times 30 =$

rpm

jam

5,5.

Caranya adalah sebagai berikut :



Hubungan garis putaran pada titik 500 rpm dan garis beban pada titik 5400 jam maka memotong garis perbandingan C/P.

Dari tabel 20.

Diambil bantalan dengan $C = 25.500 \text{ N}$.

Ukuran bantalan sebagai berikut :

Ukuran-ukuran yang didapat sebagai berikut :

$d = 35 \text{ mm}$

$D = 80 \text{ mm}$

$B = 21 \text{ mm}$

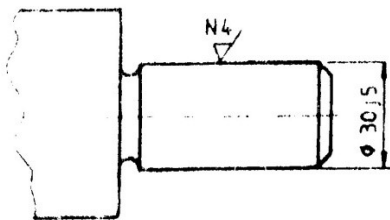
Gambar 17

Bantalan yang dipilih

Toleransi yang dipilih untuk porosnya adalah j5.

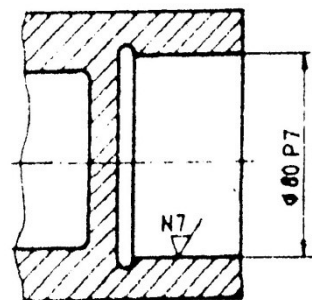
Toleransi yang dipilih untuk lubang/rumah P7.

Gambar rencana poros dan rumahnya



Gambar 18

Poros bantalan



Gambar 19

Rumah bantalan

2. Rencanakanlah sebuah bantalan balokkontak sudut baris tunggal mendukung beban radial 800 kg dan beban aksial 220 kg. Putaran mesin 300 rpm. Diinginkan bantalan dapat dipergunakan sebanyak 150 juga putaran.

Beban diperkirakan statis cincin dalam.

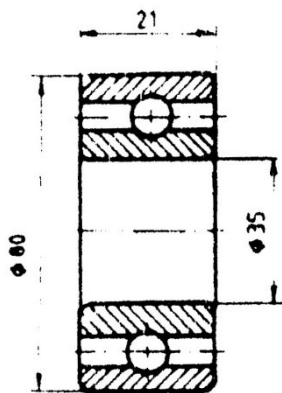
Beban putar pada cincin dalam.

Jawab :

Diketahui $F_a = 220 \text{ kg}$



$F_r = 800 \text{ kg}$



$P = (X \cdot V \cdot F_r \pm Y \cdot F_a) K_s \cdot K_t$

$V = 1$ (beban putar pada cincin dalam)

$\frac{F_a}{V F_r} = \frac{220}{1.800} = 0,275$

Dari tabel 21 maka diambil $X = 1$ dan $Y = 0$. Dari tabel 18

$K_s = 1$; karena suhu diperkirakan mencapai 120° maka $K_t = 1,05$.

$P = (1 \cdot 1.800 + 0,220) \cdot 1 \cdot 1,05$
 $= 800 \cdot 1,05 = 840 \text{ kg.}$

$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p \times 10^6 \cdot \text{putaran}$

$15 \cdot 10^6 = \left(\frac{C}{840}\right)^3$

$C = \sqrt[3]{150 \times 840} = 4463 \text{ kg}$
 $= 43739 \text{ N.}$

Lihat tabel 23.

Untuk $C = 43000 \text{ N}$ maka dipilih bantalan dengan ukuran

$d = 35 \text{ mm}$

$D = 80 \text{ mm}$

$B = 21 \text{ mm}$

Gambar 20

Bantalan yang dipilih

H. MEMASANG DAN MELEPAS BANTALAN PELURU

Kerusakan dini sebelum masa pakai berakhir sering disebabkan karena pada waktu pemasangan yang tidak sempurna. Oleh karena pada waktu pemasangan

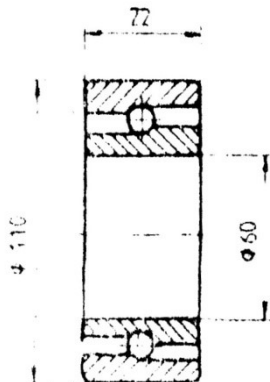


bantalan ini harus betul-betul diperhatikan, tentang masalah kebersihan, letak dan posisinya.

Pemasangan bantalan pada poros, pemasangan dengan suaian sesak sering harus dipanaskan terlebih dahulu. Biasanya pemanasan dilakukan dalam minyak atau over pemanas, pada temperatur-temperatur ini struktur bahan, kekerasan atau ukuran-ukuran bantalan kemungkinan dapat berubah. Pemasangan dapat juga dengan menggunakan peralatan tekan hidrolis atau dengan pukulan-pukulan biasa, untuk pemasangan yang tidak sesak. Bila suaian dengan suaian tekan atau pressfit maka rumah harus dipanaskan terlebih dahulu.

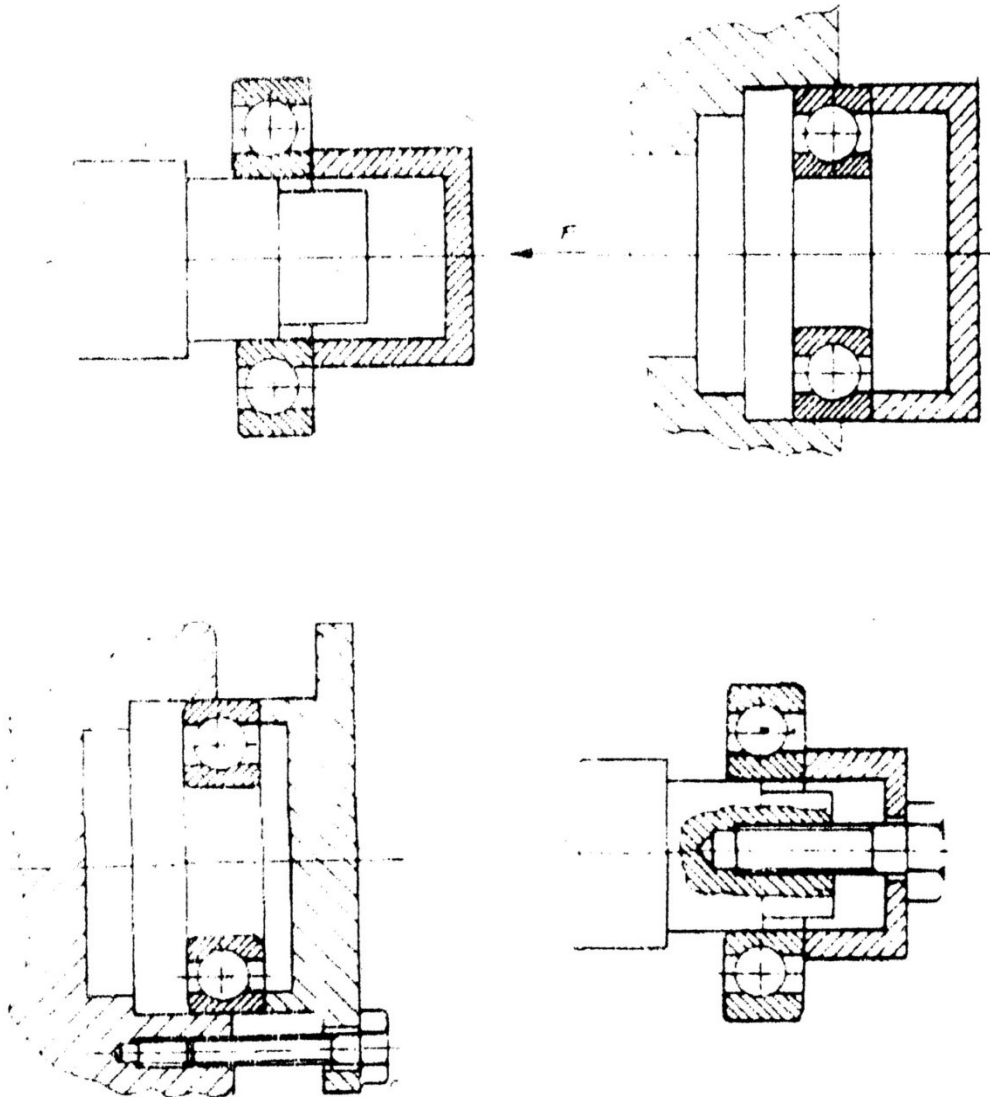
Yang harus diperhatikan dalam pemasangan atau melepas bantalan adalah pada waktu dilangsungkan pemasangan pukulan atau gaya langsung dikenakan pada ring dalam atau ring luar. Jangansekali-kali dikenakan langsung pada elemen yang berputar atau elemen pelurunya.

Jangan memukul langsung denganpada ring tetapi gunakan alat bantu yang berupa bus atau pipa agar bantalan dapat dengan mudah dan baik serta



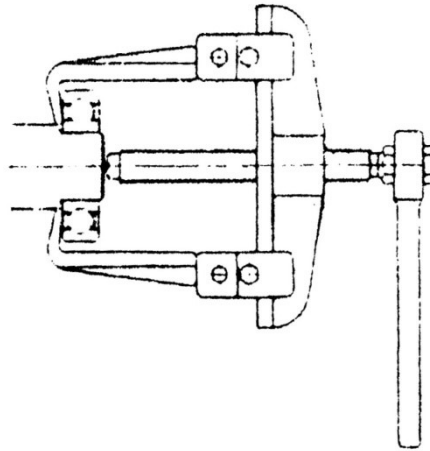


tepat tetapi tidak merusak bantalan sendiri (lihat gambar 21).



Gambar 21. Pemasangan bantalan

Untuk melepas bantalan dapat dipergunakan alat seperti gambar 22 ini.



Gambar 22. Tracker

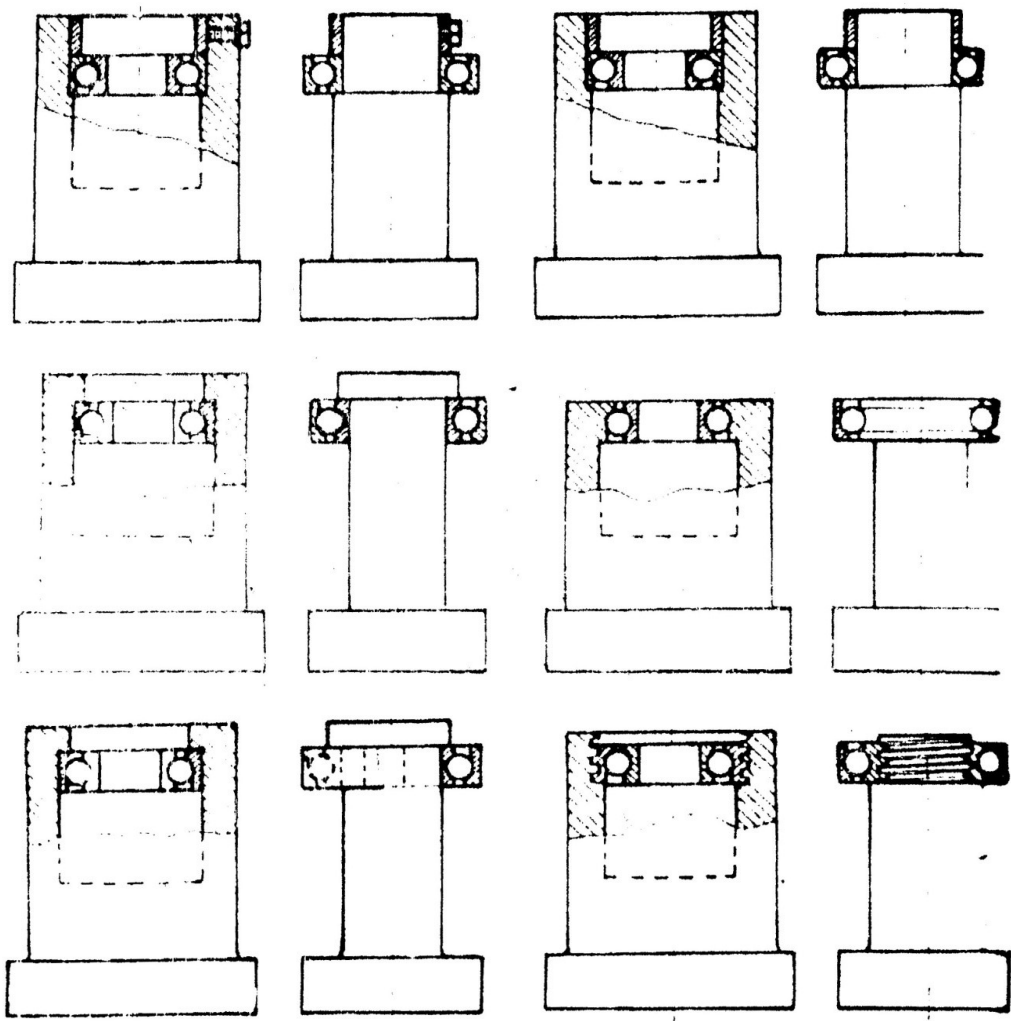
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam persiapan memasang bantalan adalah sebagai berikut :

1. Rencanakanlah langkah-langkah pemasangan dengan baik, cek kembali temperatur pemasangan yang diperlukan.
2. Cek kembali apakah anda telah menyiapkan bantalan betul, sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam gambar kerja.
3. Bersihkan dengan baik poros atau rumah. Jangan menggunakan kapas dalam membersihkan kotoran dan kelembaban.
4. Cek kembali toleransi dan suaian yang tertera pada gambar kerja bagi poros dan rumahnya.

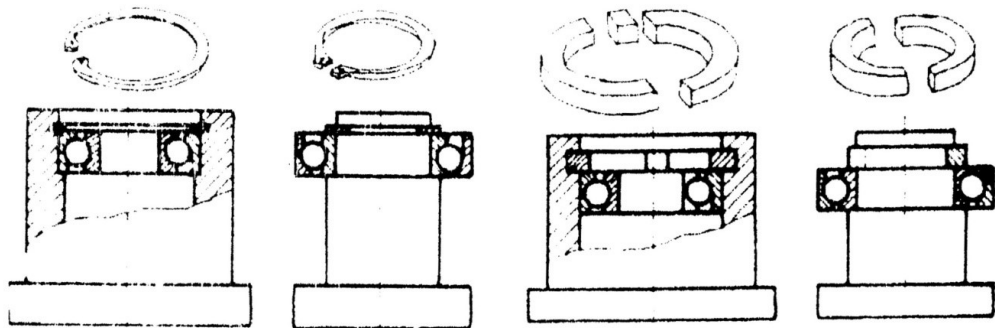
Pada konstruksi peralatan yang memakai bantalan bola, setelah bantalan dapat dipasang dengan baik biasanyadikancing, atau diberi ring penetap dan penguat agar bantalan tidak lagi berubah posisinya.

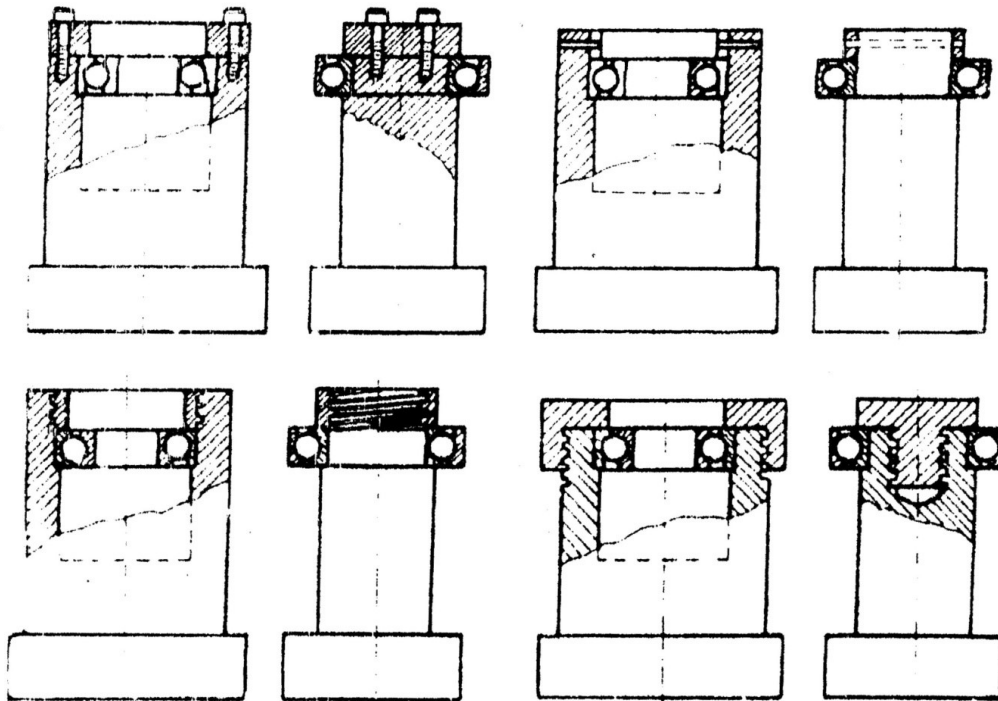
Gambar-gambar berikut ini menunjukkan cara pengancing dan pemberian ring pada konstruksi bantalan (gambar 23, 24).

Gambar 25 adalah contoh penggunaan bantalan bola pada suatu peralatan.



Gambar 23. Pengancingan Bantalan





Gambar 24. Pengancingan Bantalan

Tabel Toleransi untuk Poros dan Bearing

Latihan:

1. Apa kegunaan bearing?
2. Ada berapa jenis bearing dan fungsi masing-masing jenis?
3. Apa arti bearing dengan kode 6206?
4. Berapa beban yang dapat ditahan oleh bearing jenis 6204 dan berapa lama usia bearing tersebut.



5. Berapa ukuran poros untuk pemasangan bearing 6305, dan bagaimana

Operating conditions	Examples of mounting	Shaft diameter [mm]			Tolerance
		ball	roller	spherical - roller	
		taper - roller			
Point load of inner ring					
Small and ordinary load	rollers, pulleys	All diameters			g6
Great and shock load	tightening pulleys				h6
Circumferential load of inner ring, indeterminate way of loading					
Small and variable load	electrical instruments, fans	18 - 100	< 40		j6
	cutting machines, conveyors	100 - 200	40 - 140		k6
Medium and high load	common loading, cutting machines	< 18			j5
	turbines, electrical motors	18 - 100	< 40	< 40	k5
	gear boxes, comb. engines	100 - 140	40 - 100	40 - 65	m5
	pumps	140 - 200	100 - 140	65 - 100	m6
			200 - 280	140 - 200	100 - 140
Extremely high load, shocks	bearing for axles of rail trucks		50 - 140	50 - 100	n6
	traction motors, rolling mills		140 - 500	100 - 500	p6
High mounting precision	cutting machines	< 18			h5
		18 - 100	< 40		j5
		100 - 200	40 - 140		k5
Only axial load		All diameters			j6

Note: Loading is

small for	$C / P > 15$
common for	$C / P = 7 - 15$
high for	$C / P < 7$



prosedur pemasangan bearingnya?

BAB II

BAUT DAN MUR (*BOLT AND NUT*)

A. Pendahuluan

Identifikasi Alat Pengikat (*Fastener*)

Untuk mengikat dua komponen menjadi satu berarti mereka digabungkan, dan sambungan tersebut dipaten atau dikunci bersamaan. Yang dapat memungkinkan hal ini adalah sebuah alat pengikat (*fastener*). Jika Anda mencoba menyebutkan semua jenisnya, Anda harus membuat sebuah daftar yang sangat panjang namun yang paling sering digunakan adalah alat pengikat (*fastener*) berdrat, yang meliputi baut, sekerup, *studi*, dan mur. Hal-hal tersebut sering dianggap sama sehingga orang tidak menyadari bahwa sebenarnya ada perbedaan. Yang berhubungan dengan benda-benda tersebut adalah *washer*, *snap rings*, pin sepi (*Key*) dan *cotter*



pin. Kesemuanya itu dirancang dengan banyak pertimbangan dan masing-masing dibuat untuk kegunaan tertentu. Pentingnya alat pengikat (*fastener*) akan dapat dimengerti ketika Anda membayangkan apa yang akan terjadi jika beberapa diantaranya rusak. Bahayangkan apa yang mungkin terjadi pada sebuah engine bila separuh dari baut-baut dan mur yang menahannya mulai patah atau kendur!

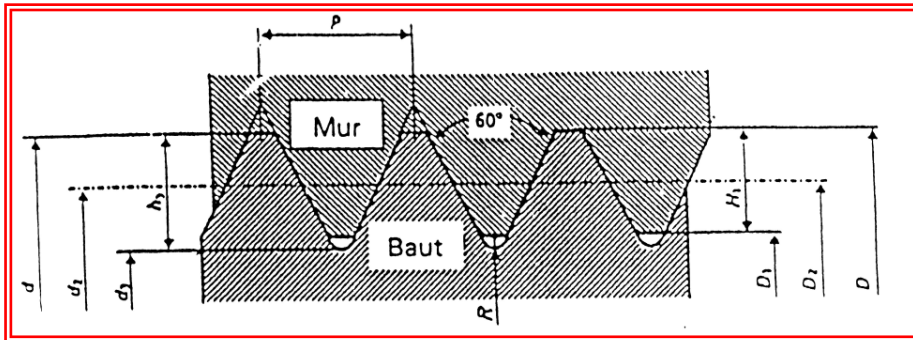
Baut dan mur pada suatu ilmu permesinan sangatlah dibutuhkan. Baik sebagai **pengikat** juga sebagai **penggerak**. Dalam pembahasan ini hanya akan dibahas tentang baut dan mur sebagai pengikat. Dalam prakteknya baut dan mur banyak di dapat di pasaran dan hanya tinggal memasang. Namun untuk memilih, memasang dan memelihara butuh suatu pengetahuan agar dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan suatu prosedur kerja yang sesuai. Dalam kaitannya dengan pemeliharaan, baut dan mur hanya dengan **pengontrolan kekencangannya secara periodik**.

Untuk baut dan mur sangat erat hubungannya dengan **washer (ring)**. Karena kebanyakan untuk pemasangan baut dan mur memerlukan ring. Fungsi ring sendiri adalah sebagai **peredam getaran** dan juga **pengunci** agar mur atau baut tidak lepas dalam waktu yang lama. Sehingga harus dapat memilih tentang material baut menempel, keadaan mesin, dan posisi pemasangan. Untuk itu dapat dipilih sesuai dengan jenis yang ada.

B. Pengetahuan Tentang Ulir

Ulir adalah seolah-suatu bentuk lilitan segitiga dari digulung pada sebuah silinder. Dalam pemakaian maka ulir selalu berpasangan antara ulir luar dan ulir dalam. Ulir sebagai pengikat pada umumnya mempunyai profil penampang segitiga sama kaki. Di bawah ini gambar dari profil ulir dan nama-nama pada bagian ulir yang penting.

Ulir disebut **tunggal** atau haya satu jalan apabila hanya ada **satu jalur yang melilit silinder**. Ulir **ganda**, bila ada dua atau **lebih jalur dalam**. **Kisar adalah jarak antar puncak pada satu lilitan dalam satu putaran**. Dilihat dari arah putarannya ulir juga ada ulir kiri dan kanan. **Ulir kanan apabila diputar ke kanan (searah jarum jam)**, maka bergerak **arah maju**, begitu sebaliknya arah kiri. Yang sering dipakai adalah yang ulir kanan Untuk sadut ulir pada ulir jenis



p = kisar d_3, D_1 = diameter inti
 h_3, H_1 = kedalaman ulir d_2, D_2 = diameter sisi
 d, D = diameter luar d = sudut ulir

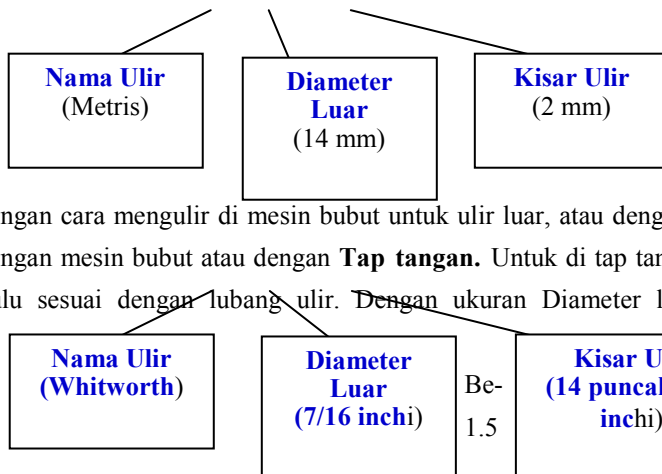
metris
 60°
 Untuk ulir
 Whitworth
 adalah 55° .
 Untuk d
 dan D
 adalah
 diameter
 luar ulir.
 Pada saat

pembuatan baut, maka diameter luar harus dikurangi 0,2 – 0,3 agar saat pemasangan baut menjadi mudah tidak terlalu sesak.

Sehingga Jenis Baut atau Mur dengan nama

M 14 x 2

W 7/16 14



Untuk Menghasilkan ulir dapat dengan cara mengulir di mesin bubut untuk ulir luar, atau dengan **snei**. Untuk ulir dalam dapat dengan mesin bubut atau dengan **Tap tangan**. Untuk di tap tangan harus dilakukan pengeboran dulu sesuai dengan lubang ulir. Dengan ukuran Diameter luar dikurangi dengan kisarnya.

Misalkan M 10 x 1.5.
 rarti Diameter Bor = 10
 = 8,5 mm

Gambar1 Tap dan snei tangan

Titik yang paling lemah pada sebuah rakitan adalah pada alat pengikat (*fastener*). Oleh sebab itu sangat penting bagi Anda mengetahui kekuatan alat pengikat (*fastener*) yang dibutuhkan. Selanjutnya bahwa alat pengikat (*fastener*) tersebut harus digunakan dengan benar,



dan untuk mur-mur serta baut-baut, yang merupakan alat pengikat mekanis yang paling umum, ukuran torsi yang tepat harus selalu digunakan.

Kekuatan alat pengikat (*fastener*) ditentukan oleh ketebalan, atau diameternya, dan bahan pembuatannya. Jika perlu meningkatkan kekuatan alat pengikat (*fastener*), Anda harus memperbesar ukuran, atau pilih yang sama ukurannya tetapi terbuat dari bahan yang terbuat lebih kuat. Dibawah ini adalah sebuah diagram dari beberapa mur, baut, *stud* dan *washer* yang biasa digunakan, yang nantinya Anda akan berhubungan langsung.

Anda harus mampu mengenal dan mengerti penggunaannya masing-masing.

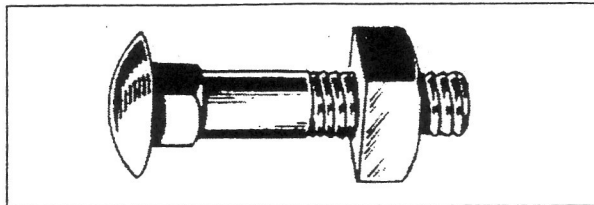
Gambar 2 Jenis-jenis baut

Beberapa jenis pengikat (*fastener*) umum yang dipakai untuk melindungi komponen atau mengikatnya digambarkan di bawah ini.

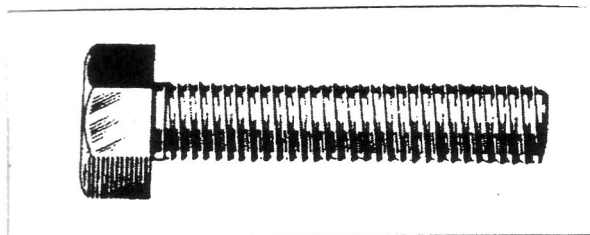
Baut (Bolt)

Biasanya tidak seluruhnya berulir dan mungkin dipasang dengan sebuah mur atau disekerupkan ke dalam lubang berulir pada sebuah komponen. Ada beberapa macam bentuk kepala baut.

Sekerup Pengikat (Set Screw)



Serupa dengan baut tetapi berdrat penuh. Biasanya lebih dikenal dengan nama sekerup berkepala (*cap screw*).

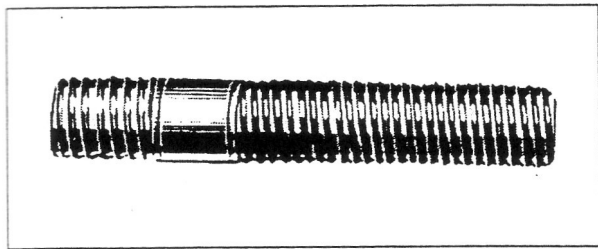


**Stud
(Baut**

tanam)



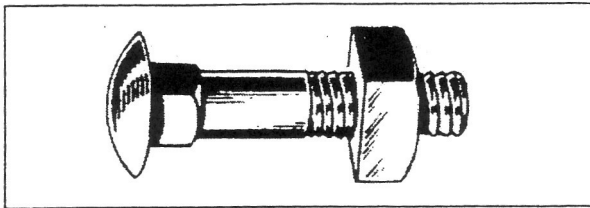
Stud tidak berkepala dan berdrat dari setiap ujungnya. Bisa terdiri dari drat yang berbeda pada masing-masing ujungnya untuk menyesuaikan dengan kegunaan *stud* tersebut.



**Baut
Bolt)**

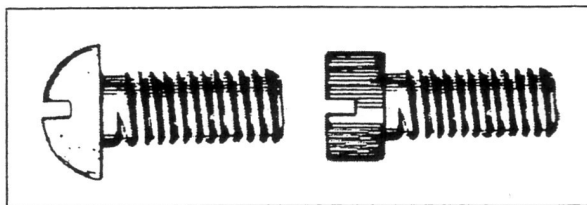
Berkepala Bulat (Cup Head

Baut berkepala bulat ini mempunyai sebaQian dari tangkainya yang berbentuk persegi untuk menahan baut, yang dapat digunakan untuk mengikat rantai kayu dari bodi truk atau untuk besi bemper



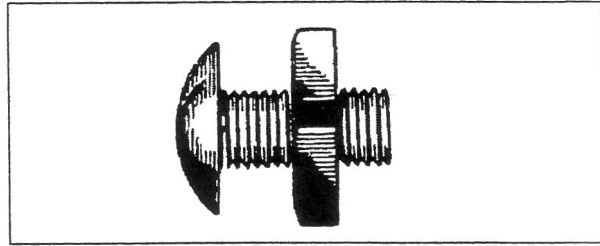
Metal Thread

Sebuah sekerup berdrat penuh dengan diameter kecil yang dilengkapi dengan sebuah mur persegi atau heksagon. Kepalanya dapat berbentuk bulat atau "kepala keju" dan mempunyai sebuah alur untuk obeng. *Metal thread* digunakan untuk melekatkan komponen yang ringan atau penopang (*bracket*) yang kecil.



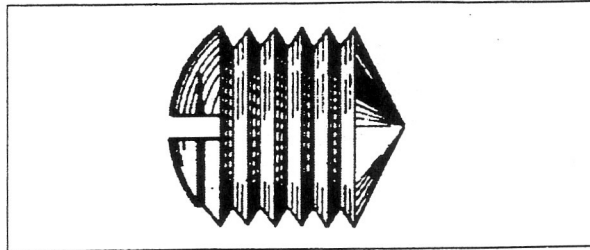
Gutter Bolt

Berdrat penuh dan sering kali digalvaniskan (*galvanised*) dengan sebuah kepala berbentuk kubah dan sebuah alur untuk obeng. Digunakan dengan sebuah mur untuk mengikat bahan yang ringan dan logam lembaran.



Grub Screw

Sebuah sekerup tanpa kepala yang mungkin dilengkapi dengan alur untuk obeng atau sebuah lekukan untuk *Allen key*. Digunakan jika sekerup harus terpasang di bawah permukaan yang terbenam.

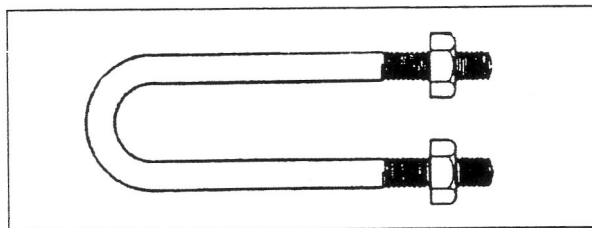


Self Tapping Screw

Sekerup ini akan membentuk drat sendiri ke dalam logam yang tipis. Biasanya digunakan langsung ke dalam logam lembaran atau mur logam lembaran khusus dipasangkan pada komponen tersebut. Semua bentuk kepala sekerup bisa digunakan dengan *self tapping screws*.

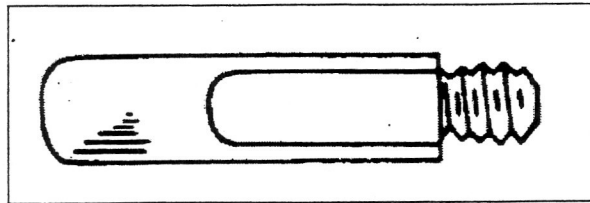
Baut "U"

Digunakan untuk menahan pegas daun (*leaf springs*) padaporos sumbu kendaraan, dan pada sistem pembuangan/knalpot (*exhaust system*).



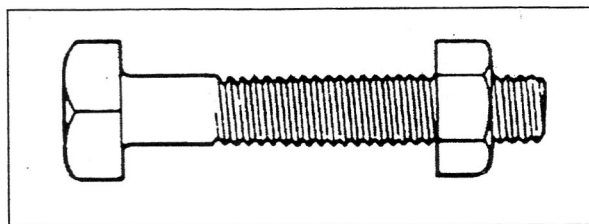
Cotter Pin

Pin baja runcing ini mempunyai sebuah bagian yang rata pada salah satu sisinya dan sebuah bagian kecil yang berulir pada bagian ujungnya yang kecil. Bagian runcingnya yang rata digunakan untuk menahan komponen seperti *kingpin* truk. Mur dan *washer* perlu dipasangkan pada *cotter pin* ini untuk menghindari adanya pergerakan.



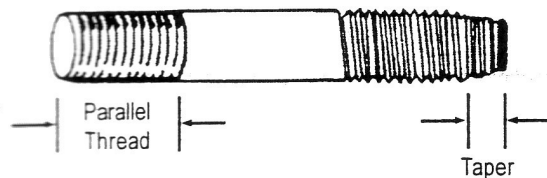
Baut Batere (Battery Bolt)

Sebuah baut berkepala persegi, digalvaniskan dengan kuat, yang sering digunakan untuk mengencangkan terminal-terminal batere (accu) pada kutub (kepala) batere.



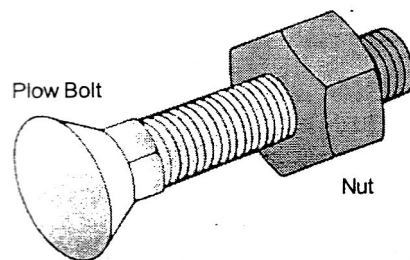
Taper Lock Stud

Menggunakan uliran khusus untuk menghasilkan sebuah drat yang beberapa ulir terakhirnya meruncing. *Stud* tersebut mempunyai uliran yang hampir sama runcingnya untuk membuat suatu *interference fit* pada saat stud tersebut dipasang. *Stud* ini digunakan pada aplikasi beban-beban berat pada peralatan yang bergerak.



Plow Bolt

Mempunyai kepala yang meruncing yang dapat masuk ke dalam lubang-lubang sekerup yang terbenam. Ketika dipasang, kepalanya terbenam dalam permukaan komponen tersebut. Baut-baut ini digunakan untuk memasang *blade* pada dozer dan *grader* yang membutuhkan hubungan dengan tanah, agar tanah yang didorong bisa berputar/ bergulung dengan lancar pada bagian-bagian yang diikat.



Spesifikasi Baut

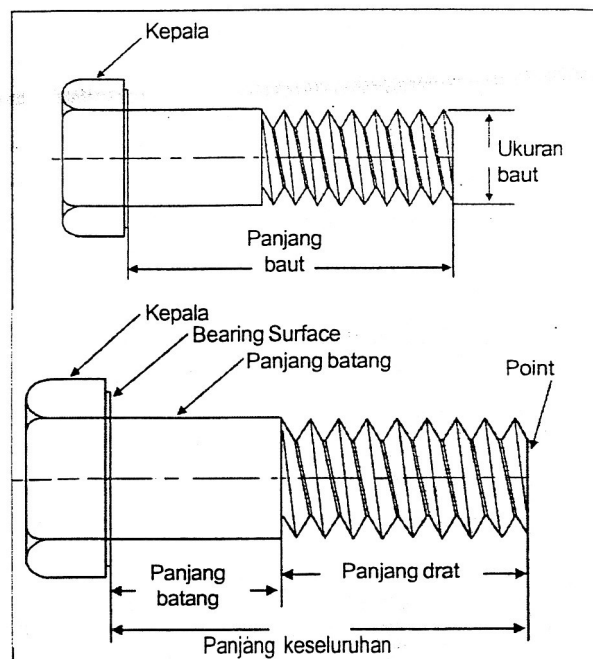


Mengingat kepentingan dan rancangan dari sebuah baut, maka perlu bagi Anda untuk dapat mengenali bagian-bagian dan fungsinya. Lihatlah pada diagram berikut dengan seksama dan pelajarilah nama-nama bagian baut tersebut.

Nama-nama Bagian Baut

Kepala (Head)

Kepala baut ini terbentuk pada satu ujung baut untuk menyediakan suatu permukaan untuk penahan baut (*bearing surface*) yang memungkinkan kepala baut bisa dipasang kunci/ alat agar baut dapat diputar.



Panjang Drat (*Thread Length*) : panjang uliran baut.

Panjang batang (*Grip Length*) : panjang bagian yang tidak berdrat. Selain itu juga disebut tangkai (*shank*).

Panjang Baut atau Panjang Tangkai (*Bolt Length/Shank Length*) : panjang baut dari bearing surface sampai ujung drat.

Bearing Surface: bagian bawah kepala baut. Point : ujung baut tempat bermulanya drat.

Mur dan Washer

Ada berbagai jenis mur. Sebagian besar adalah heksagonal (segi enam) tapi kadang-kadang juga mur berbentuk persegi.

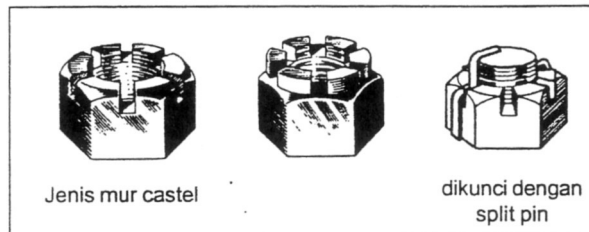
Mur Sederhana/Datar (*Plain Nut*)

Yang paling lazim adalah mur sederhana (*plain nut*). Bentuknya heksagonal dan halus pada kedua sisinya. Oleh sebab itu membutuhkan beberapa jenis *washer* atau mur pengunci untuk mencegah agar tidak kendur pada *stud* atau baut.

Mur Berbentuk Benteng (*Castelated Nut*)

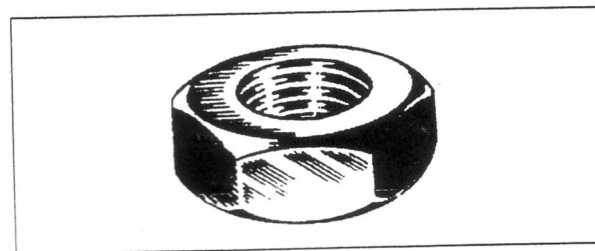


Sebuah pen belah (*split pin*) digunakan melalui sebuah lubang pada *stud* atau baut dan alur mur. Pasak belah tersebut harus berdiameter yang cukup untuk terpasang dengan mudah melalui lubang namun celahnya tidak berlebihan. Setiap kali memasang ulang mur tersebut, pen belahnya harus diganti dengan yang baru.



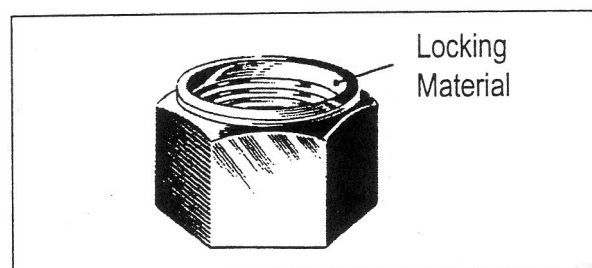
Mur Pengunci (Lock Nut)

Mur ini lebih tipis dari mur yang standar dan dipasang pada baut di atas mur sederhana (*plain nut*) yang normal. Pengencangan murpengunci akan sedikit meregangkan drat baut untuk mencegah kendumya mur (*plain nut*).



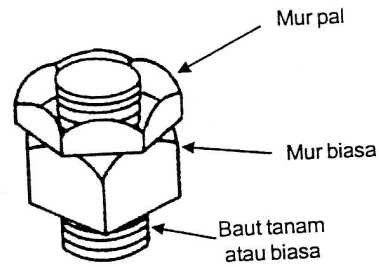
Self Locking Nut

Mur ini terdiri dari berbagai macam jeni~ Contoh yang umum, pada bagian ata menggunakanpotongan bahan fiber atau plasti untuk mencengkeram baut atau *stud* untu mencegah pergerakan.



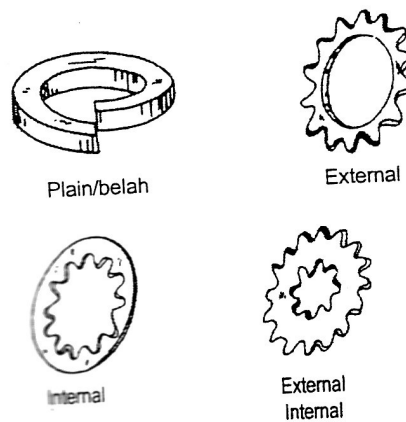
Pal Nut

Pal nut adalah sebuah alat pengunci terbuat da pelat logam yang ditempa, yang dikencangk,- sedikit pada mur pengaman untuk mengunciny Jenis alat pengikat (*fastener*) logam padat yar serupa sering digunakan dengan *self tappir, screws*.



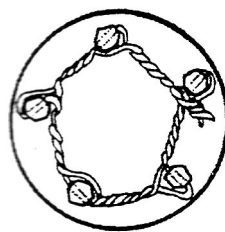
Lock Washer

Ring (*washer*) ini dikencangkan di bawah mi atau kepala baut untuk memberi efek pegas yang dapat menghindari kendurnya mur atau baut.



Kawat Pengunci (Locking Wire)

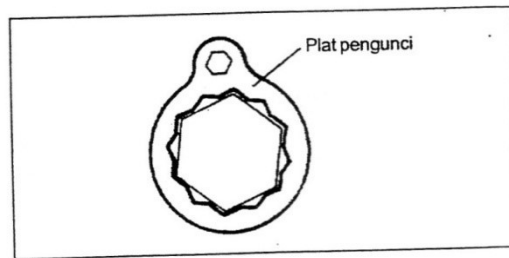
Dalam beberapa pemakaian, kepala baut atau sekerup dibor untuk memungkinkan kawat halus dijalin melalui lubang tersebut untuk mencegah kendurnya baut.



Plat Pengunci dan Ring Tag (Tag Washer)

Plat pengunci adalah alat yang dapat di gunakan kembali, yang diikatkan pada komponen sedemikian rupa untuk mencegah pergerakan baut atau mur.

Tag washer ditempatkan di bawah baut atau mur dan *tag* tersebut dibengkokkan sedemikian rupa hingga dapat mencegah pergerakan. *Tag washer* harus diganti bila sudah rusak.



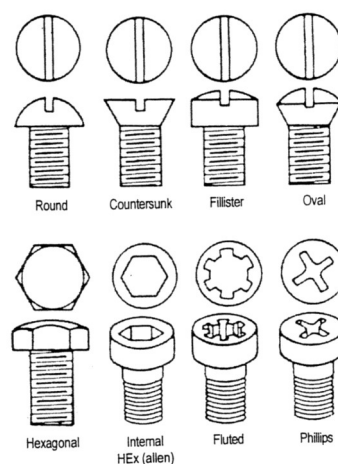
1.18 Sekerup

Berbagai jenis sekerup yang berbeda digunakan dalam pembuatan perlatan dan masing-masing mempunyai fungsi tertentu. Beberapa jenis diantaranya dan kegunaannya dijelaskan berikut.

Sekerup-sekerup yang digunakan untuk mengikat komponen-komponen dari logam mempunyai drat sampai ke bagian kepalanya. Kepalanya mempunyai berbagai bentuk, dengan bermacam-macam jenis celah atau lubang untuk memutar sekerup. Diperlukan kunci atau obeng khusus sesuai bentuk kepala-kepala sekerup tertentu.

Baut-baut tertentu dengan kepala heksagonal (segi enam) juga mempunyai drat penuh sepanjang baut tersebut dan dikelompokkan dengan istilah "*sekerup*". Ini dapat dikatakan sebagai *set screws* pada lokasi-lokasi tertentu. Ujung-ujung sekerup tersebut juga dibuat dalam bentuk yang bervariasi untuk keperluan-keperluan tertentu pula.

Sekerup *grub* / *grub screw* (kadang dikatakan sebagai *set screw*) digunakan untuk mengikat sebuah *pulley* atau *collar* pada sebuah poros (*shaft*), sehingga ujungnya berbentuk kerucut agar dapat masuk ke dalam lubang kecil, atau berbentuk tangkup/cangkir agar dapat memegang poros (*shaft*).

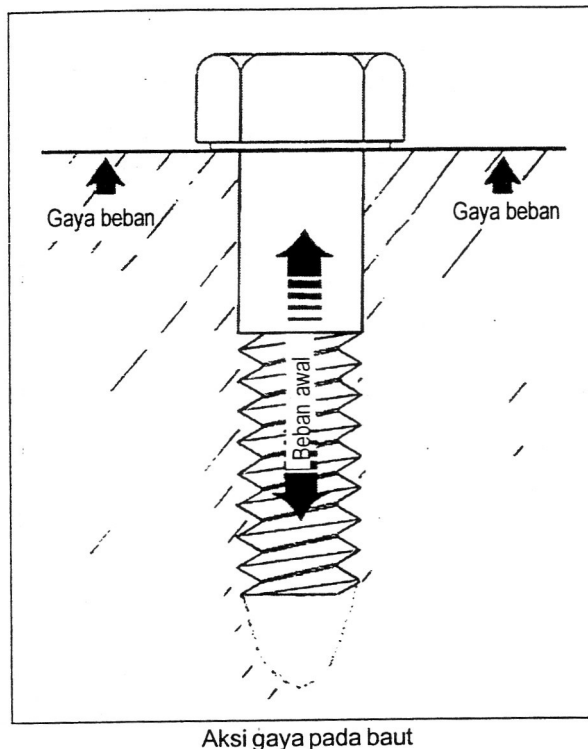


Tension Wrench / Kunci Momen

Sebuah *tension wrench*, kadang disebut "*Torque Wrench*" dipakai sebagai alat pembatas torsi untuk memutar mur baut sampai pada tingkat kekencangan yang telah ditentukan sebelumnya. Alat ini mencegah patahnya alat pengikat (*lastener*). Pada beberapa kasus tertentu, penting untuk menggunakan *Torque Wrench* untuk mencegah pembengkokan atau melarnya/ mulumya



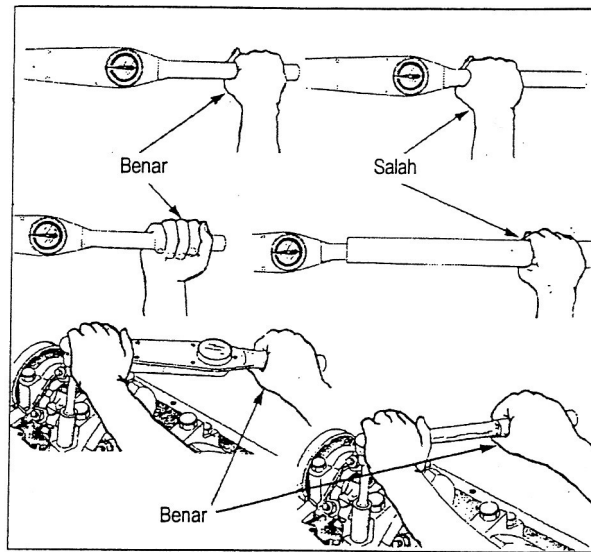
komponen-komponen yang diikat oleh sejumlah alat pengikat (*fastener*) yang mungkin saja a pengencangannya tidak pas atau berlebihan - seperti cylinder head mesin (*engine*) , misalnya. Beberapa *torque wrench* mempunyai indikator yang dapat dibaca langsung yang harus diperhatikan pada saat menarik pegangannya sampai batas yang diinginkan. Jenis *iorque wrench* lainnya, Anda harus men_vetel sebelumnya sampai pada tingkat skala yang diinginkan dan menariknya sampai ada signal;' tanda, yang mungkin berupa- bunyi "klil:", lepasnya pin pelatuk, atau pelepasan otomatis dalam meknisme *wrench*.



1.21 Penggunaan *Tension Wrench/Kunci Mamen*

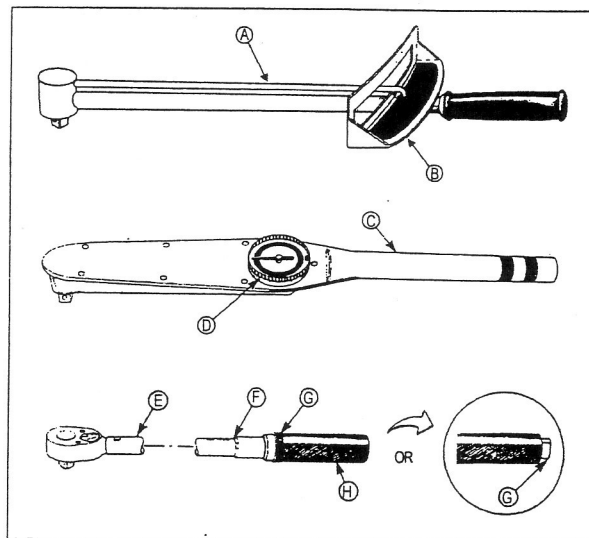
Untuk menggunakan Torque Wrench dengan benar, langkah-langkah berikut harus diperhatikan:

- Pemberian gaya tekanan harus perlahan. Tekanan yang diberikan pada gagang *Torque Wrench* harus stabil untuk mendapatkan nilai torsi yang akurat. Mengerahkan gaya yang cepat atau kasar dapat mengakibatkan kesalahan besar pada hasil torsi.



Cara menggunakan torque wrench

- Dengan *Deflecting Beam Torque Wrench (A)*, nilai torsi terbaca melalui skala (B) pada saat gaya diberikan pada gagangnya.



Jenis-jenis torque wrench

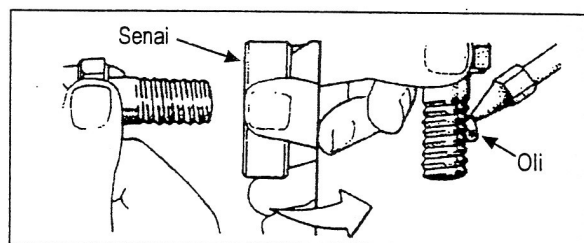
- Menggunakan *Dial Torque Wrench (C)*, jarum penunjuknya harus diputar dan ditempatkan pada angka 0 sebelum memberikan gaya pada gagang *torque wrench*. Kadang-kadang dial (jarum penunjuk) tersebut berada pada posisi yang sulit dibaca, sehingga bila *Torque Wrench* tersebut mempunyai dial yang bisa diputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam, aturlah dial (jarum penunjuk) pada nilai yang telah ditentukan bukannya pada angka 0 dan kemudian beri gaya pada gagang. Indikator penunjuk akan bergerak dari nilai torsi yang ditentukan kembali ke 0.



- Menggunakan Audible Click Torque Wrench (E), setel terlebih dahulu nilai torsi pada wrench dengan cara melepaskan kunci (G) pada gagang dan memutar "micrometer" barrel (H) searah atau berlawanan arah jarum jam hingga pada ukuran torsi yang diinginkan (F). Kunci harus dikunci kembali setelah menyetel pengaturan angka.

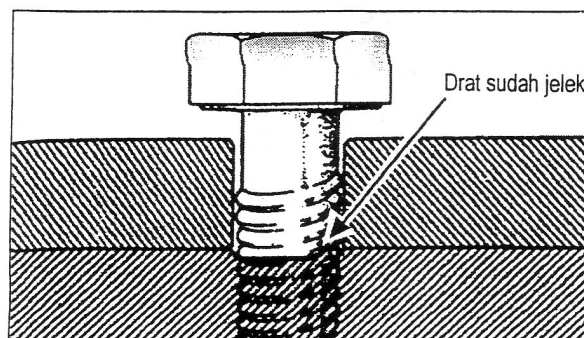
1.22 Pelumasan Drat

Drat-drat alat pengikat (*fastener*) harus bersih dan tidak tertekuk, retak, bebas dari cat atau grease kental untuk mendapatkan nilai torsi yang benar. Sebelum memasang alat pengikat (*fastener*), alat pengikat (*fastener*) tersebut harus diberi pelumas sedikit dan merata atau *anti-seize compound*. Untuk itu dapat menggunakan oli yang encer atau pelumas jenis grafit.



1.23 Kerusakan Drat

Stud, baut atau mur dengan drat yang rusak harus diganti atau membuat drat baru. Jika Anda merasa dapat memasang sebuah mur pada drat yang rusak atau baut atau *stud* yang rusak dalam sebuah lubang, Anda harus memperhitungkannya. bukan hanya kerusakan yang mungkin timbul pada komponen yang sedang Anda rangkai tapi juga adanya kerusakan tambahan atau tidak bisa dikencangkan baut tersebut yang mungkin Anda hadapi, yang dapat menyebabkan kesalahan pengaturan torsi.

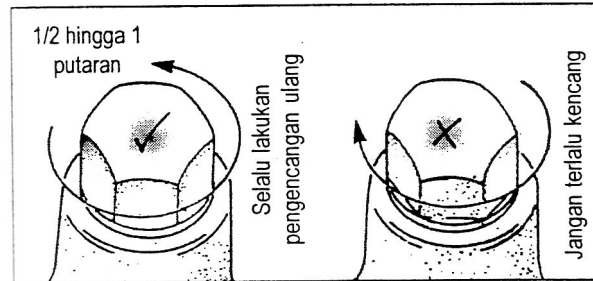


1.24 Pengencangan Awal Alat Pengikat (*fastener*)

Suatu pemeriksaan yang akurat terhadap alat pengikat (*fastener*) yang telah dikencangkan untuk menentukan apakah telah dikencangkan sesuai dengan nilai torsi yang telah ditentukan tidak mungkin dilakukan. Sebuah alat pengikat (*fastener*) yang telah dikencangkan hingga nilai torsi tertentu membutuhkan kurang lebih 10% lebih banyak torsi dari yang semula telah diberikan untuk mengatasi hambatan / friksi, setelah itu baru memulai memutar alat pengikat (*fastener*) lagi. Jika ragu-ragu apakah alat pengikat (*fastener*) tersebut telah dikencangkan pada nilai torsi

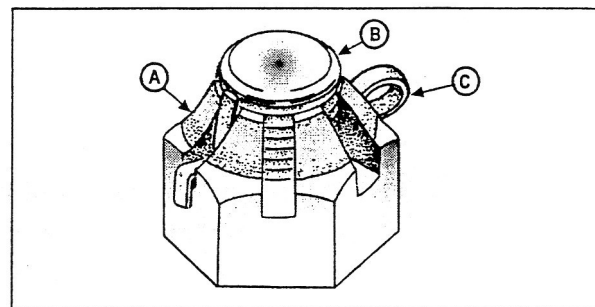


yang benar atau belum, alat pengikat (*fastener*) tersebut harus dikencangkan kembali hingga nilai torsi yang benar.



Memasang Cotter Pin

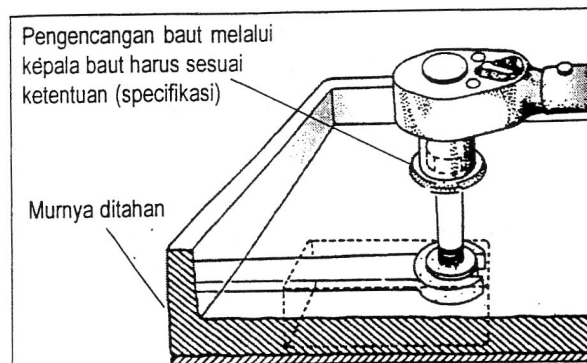
Ketika meluruskan *cotter Pin*, jangan kendurkan *castelated nut* (A) untuk memastikan kelurusan pada stud atau baut (B). Bila sebuah mur akan dipasangkan pada sebuah *stud* atau baut dengan memakai *cotter pin* (C) atau kawat pengaman, mur tersebut harus dikencangkan dengan nilai torsi yang lebih rendah dari pada yang telah ditentukan, kemudian lubangnya diluruskan dengan cara mengencangkan mur tersebut.



Menggunakan mur Castel

1.25 Pengencangan Baut dan Mur

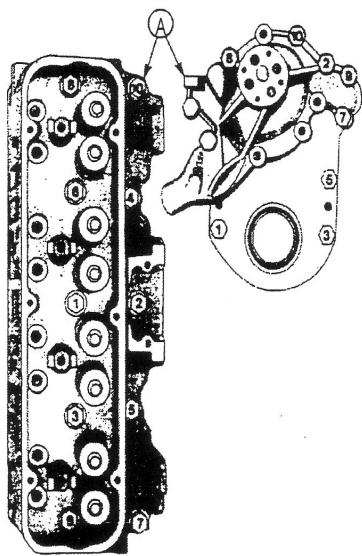
Bila sebuah baut dikencangkan dari ujung kepalanya, beberapa putaran akan terserap untuk memutar baut didalam lubang. Jumlah torsi yang diserap berbeda, tergantung dari ruang bebas dalam lubang tersebut dan kelurusan komponen-komponennya. Untuk itu, perlu diberi nilai torsi untuk mengencangkan baut-baut pada ujung mur. Bila terjadi ujung mur pada baut tidak bisa terjangkau oleh *torque wrench*, sedangkan kepala baut harus diputar, baut tersebut harus dikencangkan lebih tinggi dari nilai torsi yang telah ditentukan sementara untuk menahan ujung mur agar mur tidak berputar bisa menggunakan jenis kunci tertentu untuk menahannya.



1.26 Urutan Pengencangan

Untuk mengencangkan serangkaian alat pengikat (*fastener*), mereka harus dikencangkan dengan cara tertentu. Ini akan memberikan tekanan yang seimbang pada permukaan-permukaan yang berpasangan dari komponen yang sedang ditorsi. Jangan mengencangkan dua permukaan yang berpasangan (misalnya cylinder head) dengan mengikuti pola arah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam.

Catatan : *Harus selalu memeriksa dan mengikuti petunjuk spesifikasi dari pabrik.*

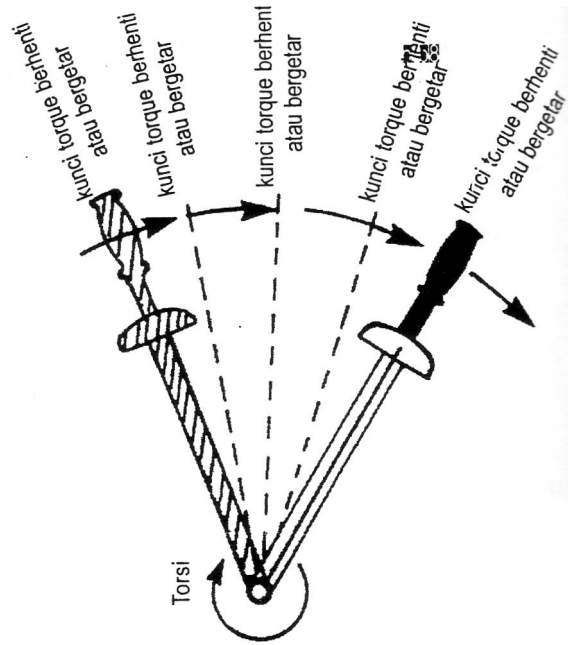


1.27 Prosedur Pengencangan

Semua alat pengikat (*fastener*) harus ditempatkan sampai mereka bersentuhan dengan permukaan yang ditahannya pertama kali, lalu diputar hingga torsi yang diinginkan secara bertahap mulai dari 20%, 40%, 60%, 80% hingga torsi penuh. (Ini berarti persentase dari keseluruhan nilai torsi yang diinginkan). Sebagai contoh, jika nilai torsi yang diinginkan adalah 250 inci-pon, maka 20% dari 250 inci-pon adalah 50 inci-pon. 60% dari 250 inci-pon adalah 150 inci-pon, dan seterusnya hingga tercapai nilai torsi penuh.

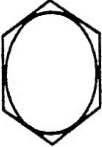

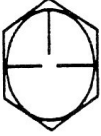





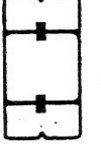



Kadang terjadi macet atau dol ketika sedang mengencangkan sebuah alat pengikat (*fastener*). Hal ini ditandai dengan suatu efek letupan pada saat tahap-tahap terakhir pengencangan. Ketika terjadi dol, kendurkan baut atau mur tersebut dan kencangkan kembali dengan gaya memutar stabil pada gagang kunci tersebut. Bacalah ukuran torsi sambil memutar kunci momen





Unified Inch Bolt and Cap Screw Torque Values

SAE Grade And Head Marking	No Mark 	1 or 2 ^b	5 	5.1 	5.2 	8 	8.2 
SAE Grade And Nut Markings	No Mark 	2 	5 	8 			

Size	Grade 1				Grade 2				Grade 5, 5.1, or 5.2				Grade 8 or 8.2			
	Lubricated ^a		Dry ^a		Lubricated ^a		Dry ^a		Lubricated ^a		Dry ^a		Lubricated ^a		Dry ^a	
	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft	N-m	Lb-ft
1/4	3.7	2.8	4.7	3.5	6	4.5	7.5	5.5	9.5	7	12	9	13	10	10	12.5
5/16	7.7	5.5	10	7	12	9	15	11	20	15	25	18	5	21	35	26
3/8	14	10	17	13	22	16	27	20	35	26	44	33	28	36	63	46
7/16	22	16	28	20	35	26	44	32	55	41	70	52	50	58	100	75
1/2	33	25	42	31	53	39	67	50	85	63	110	80	80	90	150	115
5/8	48	36	60	45	75	56	95	70	125	90	155	115	120	130	225	160
3/4	67	50	85	62	105	78	135	100	170	12	215	160	175	160	300	225
7/8	120	87	150	110	190	140	240	175	300	5	375	280	215	310	550	400
1	190	140	240	175	190	140	240	175	490	22	625	450	425	500	875	650
1-1/8	290	210	360	270	290	210	360	270	725	5	925	675	700	750	130	975
1-1/4	470	300	510	375	470	300	510	375	900	36	115	850	105	107	0	1350
1-3/8	570	425	725	530	570	425	725	530	130	0	120	0	5	185	1950	
1-1/2	750	550	950	700	750	550	950	700	0	54	165	0	145	150	0	2550
2	100	725	125	925	990	725	125	930	170	0	155	0	0	260	3350	
2-1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	215	0	205	200	0	
2-1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	225	5	210	0	0	340	0	
2-3/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	285	0	270	265	0	
2-1/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	452	
2-5/8	0	0	0	0	0	0	0	0	12	50	360	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	50	16	0	0	0	0	0	
3-1/2	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	

Jangan menggunakan nilai-nilai ini apabila sudah ditetapkan nilai torsi atau prosedur pengencangan yang lain untuk aplikasi tertentu.



Nilai torsi yang ada dalam daftar ini hanyalah untuk pemakain yang umum saja.

- a. *"Lubricated"* artinya dilapisi dengan pelumas seperti oli mesin, atau alat pengikat (fastener) dengan dilapisi fosfat dan oli. *"Dry"* artinya polos atau berlapis seng tanpa adanya pelumasan.
- b. Grade 2 berlaku untuk cap screw yang hexagonal (bukan baut hexagonal) yang panjang samapi dengan 152 mm (6 inci). Grade 1 berlaku untuk cap screw yang hexagonal, yang panjangnya lebih dari 152 mm (inci), dan untuk baut-baut dan xekerup jenis lain yang panjangnya berbeda;

Alat pengikat (fastener) harus diganti dengan alat pengikat (fastener) yang grade-nya sama atau lebih tinggi. Jika menggunakan alat pengikat (fastener) dengan grade yang lebih tinggi, harus dikencangkan dengan kekuatan aslinya.

Pastikan bahwa drat alat pengikat (fastener) tersebut bersih dan Anda memulai pemasangan dengan benar. Hal ini akan mencegah kemacetan pada saat pengencangan.

Kencangkan mur pengunci penyisip plastik atau mur crimped steel-type hingga kira-kira 50% dari nilai torsi kering yang ditunjukkan dalam daftar, lakukan padamur tersebut, bukan pada kepala baut. Kencangkan mur pengunci bergerigi atau jenis gergaji hingga nilai torsi penuh.

Alat pengikat (fastener) harus diganti dengan yang berasal dari kelas yang sama atau lebih tinggi. Apabila menggunakan alat pengikat (fastener) dari kelas yang lebih tinggi, hanya boleh dikencangkan hingga kekuatan aslinya.

- a. *"Lubricated"* artinya dilapisi dengan pelumas seperti oli mesin, atau alat pengikat (fastener) dengan dilapisi fosfat dan oli. *"Dry"* artinya polos atau berlapis seng tanpa adanya pelumasan.

Pastikan bahwa drat alat pengikat (fastener) tersebut kering dan Anda memulai pemasangan dengan benar. Hal ini akan mencegah kemacetan pada saat pengencangan.

Kencangkan mur pengunci penyisip plastik atau mur crimped steel-type hingga kira-kira 50% dari nilai torsi kering yang ditunjukkan dalam daftar, lakukan padamur tersebut, bukan pada kepala baut. Kencangkan mur pengunci bergerigi atau jenis gergaji hingga nilai torsi penuh.

C. Jenis – Jenis Bolt & Nut

Ulir digolongkan menjadi bentuk profil penampangnya yaitu : **ulir segitiga, persegi, trapesium, gigi gergaji, bulat**. Bentuk **persegi, gigi gergaji dan trapesium**, pada umumnya dipakai untuk



penggerak atau penerus daya, sedangkan ulir bulat dipakai untuk menghindari kemacetan karena kotoran. Sedangkan ulir **segitiga untuk pengencang**.

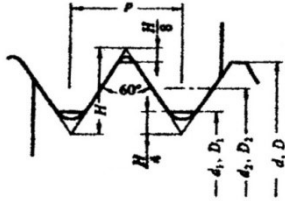
Ulir segitiga diklasifikasikan juga menurut jarak baginya dalam ukuran metris atau inci, juga pada ukuran kisar ada yang halus dan kasar, sebagai berikut:

- **Ulir kasar metris**
- **Ulir halus metris**
- **Ulir Whit worth.**
- **Ulir BSF**

Untuk selanjutnya ukuran dari ulirdapat dilihat pada tabel, sehingga akan memudahkan pada pemilihan ukuran.



Ulir Metris



$$H = 0,866025p, d_2 = d - 0,64951p, D = d$$

$$H_1 = 0,541266p, d_1 = d - 1,082532p, D_2 = d_2, D_1 = d_1$$

Garis tebal menyatakan profil patokan dari ulir

Ulir Dalam

Ulir Luar

Ulir Metris

(Satuan: mm)

Ulir Metris

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



Ulir (1)			Jarak bagi p	Tinggi kaitan H ₁	Ulir dalam		
1	2	3			Diameter luar D	Diameter efektif D ₂	Diameter dalam D ₁
					Ulir luar		
					Diameter luar D	Diameter efektif D ₂	Diameter inti D ₁
M 0,25 M 0,3	M 0,35		0,075 0,08 0,09	0,041 0,043 0,049	0,250 0,300 0,350	0,201 0,248 0,292	0,169 0,213 0,253
M 0,4 M 0,5	M 0,45		0,1 0,1 0,125	0,054 0,054 0,068	0,400 0,450 0,500	0,335 0,385 0,419	0,292 0,342 0,365
M 0,6	M 0,55 M 0,7		0,125 0,15 0,175	0,068 0,081 0,095	0,550 0,600 0,700	0,469 0,503 0,586	0,415 0,438 0,511
M 0,8 M 1	M 0,9		0,2 0,225 0,25	0,108 0,122 0,135	0,800 0,900 1,000	0,670 0,754 0,838	0,583 0,656 0,729
M 1,2 M 1,4 M 1,7			0,25 0,3 0,35	0,135 0,162 0,189	1,200 1,400 1,700	1,038 1,205 1,473	0,929 1,075 1,321
M 2 M 2,3 M 2,6			0,4 0,4 0,45	0,217 0,217 0,244	2,000 2,300 2,600	1,740 2,040 2,308	1,567 1,867 2,113
M 3x0,5	M 3,5		0,5 0,6 0,6	0,271 0,325 0,325	3,000 3,000 3,500	2,675 2,610 3,110	2,459 2,350 2,850
M 4x0,5	M 4,5		0,7 0,75 0,75	0,379 0,406 0,406	4,000 4,000 4,500	3,515 3,513 4,013	3,242 3,188 3,688
M 5x0,8			0,8 0,9 0,9	0,433 0,487 0,487	5,000 5,000 5,500	4,480 4,415 4,915	4,134 4,026 4,526



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

Ulir UNC

Ulir Dalam

Ulir (1)			Jarak bagi p	Tinggi kaitan H1	Ulir dalam		
1	2	3			Diameter luar D	Diameter efektif D2	Diameter dalam D1
					Ulir luar		
					Diameter luar d	Diameter efektif d2	Diameter inti d1
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	52,248	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



Ulir Metris Halus

Nom. Diamt. d = D (mm)	Lead P (mm)	Min. diamtr. (mm)		Nom. Diamt. d = D (mm)	Lead P (mm)	Min. diamtr. (mm)
M 8	1	6,773		M 30	3	26,319
M 10	1	8,773		M 36	3	32,319
M 12	1	10,773		M 42	3	38,319
M 16	1	14,773		M 48	3	44,319
M 20	1	18,773		M 56	3	52,319
M 24	1	22,773		M 64	3	60,319
M 30	1	28,773		M 72	3	68,319
M 12	1,5	10,16		M 80	3	76,319
M 16	1,5	14,16		M 100	3	96,319
M 20	1,5	18,16		M 125	3	121,319
M 24	1,5	22,16		M 140	3	136,319
M 30	1,5	28,16		M 160	3	156,319
M 36	1,5	34,16		M 42	4	37,093
M 42	1,5	40,16		M 48	4	43,093
M 48	1,5	46,16		M 56	4	51,093
M 56	1,5	54,16		M 64	4	59,093
M 64	1,5	62,16		M 72	4	67,093
M 72	1,5	70,16		M 80	4	75,093
M 80	1,5	78,16		M 90	4	85,093
M 20	2	17,546		M 100	4	95,093
M 24	2	21,546		M 125	4	120,093
M 30	2	27,546		M 140	4	135,093
M 36	2	33,546		M 160	4	155,093
M 42	2	39,546		M 180	4	175,093
M 48	2	45,546		M 72	6	64,639
M 56	2	53,546		M 80	6	72,639
M 64	2	61,546		M 90	6	82,639
M 72	2	69,546		M 100	6	92,639
M 80	2	77,546		M 110	6	102,639
M 90	2	87,546		M 125	6	117,639
M 100	2	97,546		M 140	6	132,639



2.4(3/2) UNC 2(1/4)-4(1/2) UNC 2(1/2) 4 UNC		4(1/2) 4(1/2) 4	5,644 4 5,644 4 6,350 0	3,055 3,055 3,437	50,800 57,150 63,500	47,135 53,485 59,375	41,689 51,039 56,627
2(3/4)-4 UNC 3.4 UNC 3(1/4)-4 UNC		4 4 4	6,350 0 6,350 0 6,350 0	3,437 3,437 3,437	69,850 76,200 82,550	62,725 72,075 78,425	62,977 69,327 75,677
3(1/2) 4 UNC 3(3/4)4 UNC 4-4 UNC		4 4 4	6,350 0 6,350 0 6,350 0	3,437 3,437 3,437	88,900 95,250 101,600	84,775 91,125 97,475	82,027 88,377 94,727



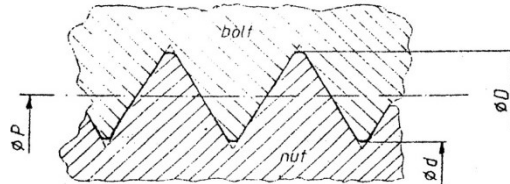
Nominal Diameter inch	Nominal Diameter mm	Minor Diameter mm	Threads per inch
1/4	6.350	5.2375	28
5/16	7.938	6.6396	24
3/8	9.525	8.2271	24
7/16	11.113	9.5555	20
1/2	12.700	11.1430	20
9/16	14.288	12.5552	18
5/8	15.875	14.1427	18
3/4	19.050	17.1018	16
7/8	22.225	19.9999	14
1	25.400	22.8041	12
1 1/8	28.575	25.9791	12
1 1/4	31.750	29.1541	12
1 3/8	34.925	32.3291	12
1 1/2	38.100	35.5041	12

BSF Threads
Top Angle 55°



Whitworth Threads

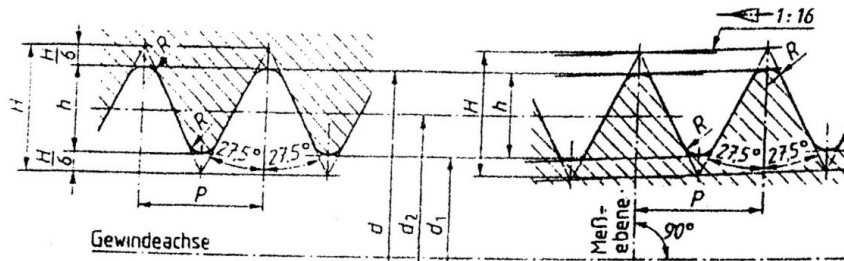
Standard



% Thread		100	90	80	70	60	50
3/16	32 TPI	3,75	3,85	3,95	4,05	4,15	4,25
7/32	28	4,39	4,51	4,63	4,75	4,87	4,99
1/4	26	5,10	5,23	5,36	5,49	5,62	5,75
9/32	26	5,89	6,02	6,15	6,28	6,41	6,54
5/16	22	6,46	6,61	6,76	6,91	7,06	7,21
3/8	20	7,90	8,06	8,22	8,38	8,54	8,70
7/16	18	9,30	9,48	9,66	9,84	10,02	10,20
1/2	16	10,67	10,87	11,07	11,27	11,47	11,67
9/16	16	12,26	12,46	12,66	12,86	13,06	13,27
5/8	14	13,55	13,78	14,01	14,24	14,47	14,71
11/16	14	15,14	15,37	15,60	15,83	16,06	16,30
3/4	12	16,34	16,61	16,88	17,15	17,42	17,69
13/16	12	17,92	18,19	18,46	18,73	19,00	19,27
7/8	11	19,27	19,57	19,87	20,17	20,47	20,77
1	10	22,15	22,48	22,81	23,14	23,45	23,80
1 1/8	9	24,96	25,37	25,68	26,04	26,40	26,76
1 3/8	8	30,04	31,27	31,68	32,09	32,50	32,91
1 1/2	8	34,04	34,45	34,86	35,27	35,68	36,09
1 5/8	9	28,14	28,50	28,86	29,22	29,58	29,94
1 7/8	8	37,21	37,62	38,03	38,44	38,85	39,26
2	7	39,80	40,27	40,74	41,21	41,68	42,12
2 1/4	7	46,15	46,62	47,09	47,56	48,03	48,50
2 3/4	6	51,73	52,27	52,81	53,35	53,89	54,43
3	6	58,08	58,62	59,16	59,70	60,24	60,78
3 1/2	5	69,69	70,34	70,99	71,64	72,29	72,94
4	4,5	81,67	82,39	83,11	83,83	84,55	85,27
4 1/4	4,5	94,37	95,09	95,81	96,53	97,25	97,97
4 1/2	4	99,62	100,6 3	101,4 4	102,2 5	103,0 6	103,87



BSF Threads Top Angle 55°



$$H = 0,960491 P \quad h = 0,640327 P$$

$$H = 0,960237 P \quad h = 0,640327 P$$

$$\frac{25,4}{z}$$

$$\frac{25,4}{z}$$

$$R = 0,137329 P \quad p = z$$

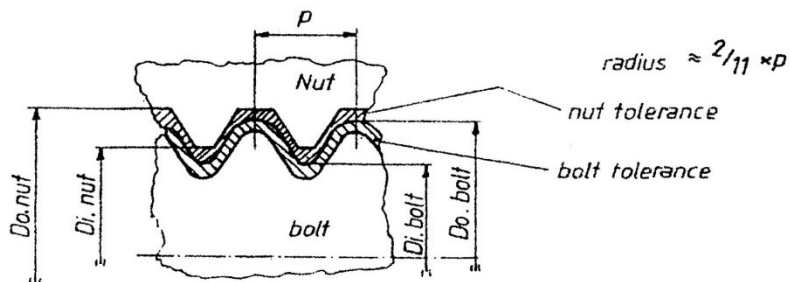
$$R = 0,137278 P \quad p = z$$

DIN 259 TI Kurzzeichen ¹⁾	Gewindemabe					
	Außen- durchmesser $d = D$	Flanken- durchmes- ser $d_2 = D_2$	Kern- durchmesser $d_1 = D_1$	Steigung P	Gangzahl Auf I Zoll z	Gewinde- tiefe H_1
-	7,723	7,142	6,561	0,907	28	0,581
R1/8	9,728	9,147	8,566	0,907	28	0,581
R1/4	13,157	12,301	11,445	1,337	19	0,856
R3/8	16,662	15,806	14,950	1,337	19	0,856
R1/2	20,955	19,793	18,631	1,814	14	1,162
(R5/8)	22,911	21,749	20,587	1,814	14	1,162
R3/4	26,441	25,279	24,117	1,814	14	1,162
(R7/8)	30,201	29,039	27,877	1,814	14	1,162
R1	33,249	31,770	30,291	2,309	11	1,479
(R1 1/8)	37,897	36,418	34,939	2,309	11	1,479
R1 1/4	41,910	40,431	38,952	2,309	11	1,479
(R1 3/8)	44,323	42,844	41,365	2,309	11	1,479
R1 1/2	47,803	46,324	44,845	2,309	11	1,479
(R1 3/4)	53,746	52,267	50,788	2,309	11	1,479
R2	59,614	58,135	56,656	2,309	11	1,479
(R2 1/4)	65,710	64,231	62,752	2,309	11	1,479
R2 1/2	75,184	73,705	72,226	2,309	11	1,479
(R2 3/4)	81,534	80,055	78,576	2,309	11	1,479
R3	87,884	86,405	84,926	2,309	11	1,479
(R3 1/4)	93,980	92,501	91,022	2,309	11	1,479
R3 1/2	100,330	98,851	97,372	2,309	11	1,479
(R3 3/4)	106,680	105,201	103,722	2,309	11	1,479
R4	113,030	111,551	110,072	2,309	11	1,479
(R4 1/2)	125,730	124,251	122,772	2,309	11	1,479
R5	138,430	136,951	135,472	2,309	11	1,479
(R5 1/2)	151,130	149,651	148,172	2,309	11	1,479
R6	163,830	162,351	160,872	2,309	11	1,479

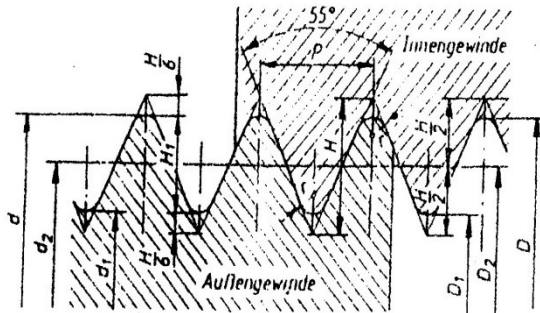


British Association Threads

Screw Profile



No. B.A.	Pitch mm	Pitch inch	Height of thread (mm)	bolt / nut		Core Ø (bolt/ nut) mm
				Full Ø mm	inch	
0	1,00	0,0393	0,6	6,0	0,236	4,8
1	0,9	0,0354	0,54	5,3	0,208	4,22
2	0,81	0,0318	0,485	4,7	0,185	3,73
3	0,73	0,0287	0,44	4,1	0,161	3,22
4	0,66	0,0259	0,395	3,6	0,142	2,81
5	0,59	0,0232	0,355	3,2	0,126	2,49
6	0,53	0,0209	0,32	2,8	0,110	2,16
7	0,48	0,0189	0,29	2,5	0,098	1,92
8	0,43	0,0169	0,26	2,2	0,087	1,68
9	0,39	0,0153	0,235	1,9	0,074	1,43
10	0,35	0,0138	0,21	1,7	0,067	1,28
11	0,31	0,0122	0,185	1,5	0,059	1,13
12	0,28	0,0110	0,17	1,3	0,051	0,96
13	0,25	0,0984	0,15	1,2	0,047	0,90
14	0,23	0,0906	0,14	1,0	0,039	0,72



$$P = \frac{25,4}{z} \quad r = 0,137329 P$$

$$H = 0,960491 P$$

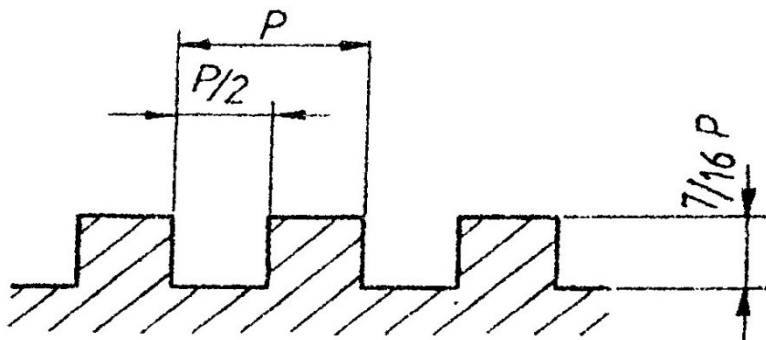
$$H_1 = 0,640327 P$$

Nominal Diameter inch	Nominal Diameter mm	Minor Diameter mm	Threads per inch
¼	6.3500	4.7244	20
5/16	7.9375	6.1287	18
3/8	9.5250	7.4930	16
7/16	11.1125	8.7909	14
½	12.7000	9.9873	12
9/16	14.2875	11.5748	12
5/8	15.8750	12.9184	11
11/16	17.4625	14.5059	11
¾	19.0500	15.7988	10
13/16	20.6375	17.3863	10
7/8	22.2250	18.6131	9
1	25.4000	21.3360	8
1 1/8	28.5750	23.9268	7
1 ¼	31.7500	27.1018	7
1 3/8	34.9250	29.5096	6
1 ½	38.1000	32.6796	6
1 5/8	41.2750	34.7671	5
1 ¾	44.4500	37.9425	5
2	50.8000	43.5712	4 ½
2 ¼	57.1500	49.0169	4
2 ½	63.5000	55.3669	4
2 ¾	69.8500	60.5536	3 ½
3	76.2000	66.9036	3 ½
3 ¼	82.5500	72.5424	3 ¼
3 ½	88.9000	78.8924	3 ¼
3 ¾	95.2500	84.4093	3



4	101.6000	90.7593	3
4 ½	114.3000	102.9868	2 7/8
5	127.0000	115.1738	2 ¾
5 ½	139.7000	127.3099	2 5/8

Standard Square Threads

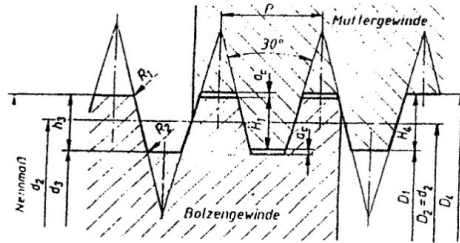




Nominal Diameter inch	Nominal Diameter mm	Minor Diameter mm	Threads Per inch
1/4	6.3500	4.1275	10
5/16	7.9375	5.4686	9
3/8	9.5250	6.7513	8
7/16	11.1125	7.9375	7
1/2	12.7000	9.2862	6 1/2
9/16	14.2875	10.5842	6
5/8	15.8750	11.8516	5 1/2
11/16	17.4625	13.0175	5
3/4	19.0500	14.6050	5
13/16	20.6375	15.6997	4 1/2
7/8	22.2250	17.2872	4 1/2
15/16	25.4000	18.2575	4
1	28.5750	19.8450	4
1 1/8	31.7500	22.2250	3 1/2
1 1/4	34.9250	25.4000	3 1/2
1 3/8	38.1000	27.5184	3
1 1/2	41.2750	30.6934	3
1 5/8	44.4500	33.1978	2 3/4
1 3/4	50.8000	35.5600	2 1/2
1 7/8	57.1500	38.7350	2 1/2
2	63.5000	40.9448	2 1/4
2 1/4	69.8500	47.2948	2 1/4
2 1/2	76.2000	52.4002	2
2 3/4	82.5500	58.7502	2
3	88.9000	63.5000	1 3/4
3 1/4	95.2500	69.8500	1 3/4
3 1/2	101.6000	75.2348	1 5/8
3 3/4	6.3500	80.4672	1 1/2
4	7.9375	86.8172	1 1/2

Trapezium Standard Threads

Ukuran utama in mm



$R_1 = \max. 0,5 \cdot a_c$
 $R_2 = \max. a_c$

Kisar P	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Dalam Ulir $H_4 = h_2$	0,9	1,25	1,75	2,25	2,75	3,5	4	4,5	5	5,5	6,5	8	9	10	11
Spiling a_c	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1

Diametere Luar Ulir	Kisar ¹⁾	Diameter efektif ³⁾ $d_2 = D_2$	Diameter inti ³⁾ d_3	Tinggi Ulir $H_1 = 0,5 \cdot P$	Luas Penampang A_3 in mm^2
8	1,5	7,25	6,2	0,75	30,2
10	(1,5) 2	9	7,5	1	44,2
12	(2) 3	10,5	8,5	1,5	56,7
16	(2) 4	14	11,5	2	104
20	(2) 4	18	15,5	2	189
24	(3) 5 (8)	21,5	18,5	2,5	269
28	(3) 5 (8)	25,5	22,5	2,5	398
32	(3) 6 (10)	29	25	3	491
36	(3) 6 (10)	33	29	3	661
40	(3) 7 (10)	36,5	32	3,5	804
44	(3) 7 (12)	40,5	36	3,5	1018
48	(3) 8 (12)	44	39	4	1195
52	(3) 8 (12)	48	43	4	1452
60	(3) 9 (14)	55,5	50	4,5	1963
65 ¹⁾	(4) 10 (16)	60	54	5	2290
70	(4) 10 (16)	65	59	5	2734
75 ¹⁾	(4) 10 (16)	70	64	5	3217
80	(4) 10 (16)	75	69	5	3739
85 ¹⁾	(4) 12 (18)	79	72	6	4071
90	(4) 12 (18)	84	77	6	4656
95 ¹⁾	(4) 12 (18)	89	82	6	5281
100	(4) 12 (20)	94	87	6	5945
110 ¹⁾	(4) 12 (20)	104	97	6	7390
120	(4) 14 (22)	113	104	7	8495



Drill Diameter for Threads

M	P		d		MF	P		d		MF	P		d
M 1	0,25	0,785	0,75		M 2,5 x 0,35	2,221	2,15		M 25 x 1	24,153		24	
M 1,1	0,25	0,885	0,85		M 3 x 0,35	2,271	2,65		x 1,5	23,676		23,5	
M 1,2	0,25	0,985	0,95		M 3,5 x 0,35	3,221	3,15		x 2	23,210		23	
M 1,4	0,3	1,142	1,1		M 4 x 0,5	3,599	3,5		M 26 x 1,5	24,676		24,5	
M 1,6	0,35	1,121	1,25		M 4,5 x 0,5	4,099	4		M 27 x 1	26,153		26	
M 1,7	0,35	1,346	1,3		M 5 x 0,5	4,599	4,5		x 1,5	25,670		25,5	
									x 2	25,210		25	
M 1,8	0,35	1,521	1,45		M 5,5 x 0,5	5,009	5		M 26 x 1	27,153		27	
M 2	0,4	1,679	1,6		M 6 x 0,75	5,378	5,25		x 1,5	26,676		26,5	
M 2,2	0,45	1,838	1,75		M 7 x 0,75	6,378	6,25		x 2	26,210		26	
M 2,3	0,4	1,920	1,9		M 8 x 0,75	7,378	7,25		M 30 x 1	29,153		29	
M 2,5	0,45	2,138	2,05		x 1	7,153	7		x 1,5	28,676		28,5	
M 2,6	0,45	2,176	2,1		M 9 x 0,75	8,378	8,25		x 2	28,210		28	
					x 1	8,153	8						
M 3	0,5	2,599	2,5		M 10 x 0,75	9,378	9,25		M 32 x 1,5	30,676		30,5	
M 3,5	0,6	3,010	2,9		x 1	9,153	9		x 2	30,210		30	
M 4	0,7	3,422	3,3		x 1,25	8,912	8,75		M 33 x 1,5	31,676		31,5	
									x 2	31,210		31	
									x 3	30,252		30	
M 4,5	0,75	3,878	3,7		M 11 x 0,75	10,378	10,25		M 35 x 1,5	33,676		33,5	
M 5	0,8	4,334	4,2		x 1	10,153	10		M 36 x 1,5	34,676		34,5	
M 6	1	5,153	5		M 12 x 1	11,153	11		x 2	34,210		34	
					x 1,25	10,912	10,75		x 3	33,252		33	
					x 1,5	10,676	10,5						
M 7	1	6,153	6		M 14 x 1	13,153	13		M 38 x 1,5	36,676		36,5	
M 8	1,25	6,912	6,8		x 1,25	12,912	12,75		M 39 x 1,5	37,676		37,5	
M 9	1,25	7,912	7,8		x 1,5	12,676	12,5		x 2	37,210		37	
									x 3	36,252		33	
M 10	1,5	8,676	8,5		M 15 x 1	14,153	14		M 40 x 1,5	38,676		38,5	
M 11	1,5	9,678	9,5		x 1,5	13,676	13,5		x 2	38,210		38	
M 12	1,75	10,441	10,2		M 16 x 1,5	15,153	15		x 3	37,252		37	
					x 1,5	14,676	14,5						
M 14	2	12,210	12		M 17 x 1	16,153	16		M 42 x 1,5	40,676		40,5	
M 16	2	14,210	14		x 1,5	15,676	15,5		x 2	40,210		40	
M 18	2,5	15,744	15,5		M 18 x 1	17,153	17		x 3	39,252		49	
					x 1,5	16,676	16,5		x 4	38,270		38	
					x 2	16,210	16						
M 20	2,5	17,744	17,5		M 20 x 1	19,153	19		M 45 x 1,5	43,676		43,5	
M 22	2,5	19,744	19,5		x 1,5	18,676	18,5		x 2	40,210		43	
M 24	3	21,252	21		x 2	18,210	18		x 3	39,252		42	
									x 4	38,270		41	
M 27	3	24,252	24		M 22 x 1	21,153	21		M 48 x 1,5	46,676		46,5	
M 30	3,5	26,771	26,5		x 1,5	20,676	20,5		x 2	46,210		46	
M 33	3,5	29,771	29,5		x 2	20,210	20		x 3	45,252		45	
									x 4	44,270		44	
M 36	4	32,270	32		M 24 x 1	23,153	23		M 50 x 1,5	48,676		48,5	
M 39	4	35,270	35		x 1,5	22,676	22,5		x 2	48,210		48	
M 42	4,5	37,779	37,5		x 2	22,210	22		x 3	47,252		47	
M 45	4,5	40,779	40,5										
M 48	5	43,297	43										
M 52	5	47,297	47										
M 56	5,5	50,796	50,5										
M 60	5,5	54,796	54,5										
M 64	6	58,305	58										
M 68	6	62,305	62										



G	T/1"		d		BSF	$\frac{T}{1''}$		d
G 1/8	28	8,848	8,7		3/16 BSF	32	4,005	4
G 1/4	19	11,890	11,8		7/32 BSF	28	4,676	4,5
G 7/8	19	15,395	15		3/4 BSF	26	5,397	5,3
G 1/2	14	19,172	19		5/32 BSF	26	6,190	6,1
G 3/8	14	21,128	20,7		5/16 BSF	22	6,817	6,8
G 3/4	14	24,858	24,5		3/8 BSF	20	8,331	8,3
G 7/8	14	28,418	28		7/18 BSF	18	9,764	9,7
G 1	11	30,931	30,5		1/2 BSF	16	11,163	11,1
G 1 1/8	11	35,579	35		8/16 BSF	16	12,751	12,7
G 1 1/4	11	39,592	39,5		5/6 BSF	14	14,094	14
G 1 3/8	11	42,005	41,5		11/16 BSF	14	15,682	15,5
G 1 1/2	11	45,485	45		3/4 BSF	12	16,939	16,7
G 1 3/4	11	51,428	51		7/8 BSF	11	19,908	19,7
G 2	11	57,296	57		1 BSF	10	22,835	22,7
G 2 1/4	11	63,382	63		1 1/8 BSF	9	25,705	25,5
G 2 1/2	11	72,886	72,5		1 1/4 BSF	9	28,880	28,7
G 2 3/4	11	79,218	79		1 3/8BSF	8	31,674	31,5
G 3		85,566	85,5		1 1/2BSF	8	34,849	34,5
					1 5/8BSF	8	38,024	38
					1 3/4BSF	7	40,706	40,5
					2 BSF	7	47,056	47
					2 1/4BSF	6	52,753	52
					1 1/2BSF	6	59,103	58,5

Drill Diameter for Threads



Drill Diameter for Threads

W	T/1"		d		UNC	T/1"		d
1/16	60	1,218	1,1		Nr.1-64 UNC		1,582	1,5
3/32	48	1,894	1,85		Nr.2-56 UNC		1,872	1,8
1/5	40	2,570	2,5		Nr.3-48 UNC		2,146	2
5/32	32	3,189	3,2		Nr.4-40 UNC		2,385	2,3
3/16	24	3,690	3,6		Nr.5-40 UNC		2,697	2,6
7/32	24	4,483	4,5		Nr.6-32 UNC		2,896	2,7
¼	20	5,224	5,1		Nr.8-32 UNC		3,531	3,5
5/16	18	6,661	6,5		Nr.10-24 UNC		3,692	3,8
3/8	16	8,052	7,8		Nr.12-24 UNC		4,597	4,5
7/16	14	9,379	9,2		¼-20 UNC		5,258	5,1
½	12	10,610	10,4		5/16-18 UNC		6,731	6,5
5/8	11	13,598	13,4		3/8-16 UNC		8,153	7,9
¾	10	16,538	16,2		1/16-14 UNC		9,550	9,3
1/8	9	19,411	19,2		½-13 UNC		11,024	10,7
1	8	22,185	22		9/16-12 UNC		12,446	12,3
1 1/8	7	24,879	24,5		6/8-11 UNC		13,868	13,5
1 ¼	7	28,054	27,7		¾-10 UNC		16,840	18,5
1 7/8	6	30,555	30		7/8-9 UNC		19,761	19,5
1 ½	6	33,730	33,5	1	-8 UNC		22,601	22,2
1 5/8	5	35,921	35,5		1 1/8-7 UNC		25,349	25
1 ¾	5	39,098	38,5		1 ¼-7 UNC		28,524	28
1 3/8	4 ½	41,648	41,5		1 3/8-6 UNC		31,115	30,7
2	4 ½	44,823	44,5		1 ½-6 UNC		34,290	34
2 ¼	4	50,420	50		1 ¾-5 UNC		39,827	39,5
2 ½	4	56,770	56		2 - 4 ½ UNC		45,593	45



UNF	T/1"		d		UNEF	T/1"		d
Nr. 0-80 UNF		1,306	1,2		Nr. 12-32 UNEF		4,826	4,7
Nr. 1-72 UNF		1,613	1,5		3/4-32 UNEF		5,690	5,6
Nr. 2-64 UNF		1,913	1,8		3/8-32 UNEF		7,254	7,2
Nr. 3-56 UNF		2,197	2,1		7/16-28 UNEF		8,856	8,8
Nr. 4-48 UNF		2,459	2,4		1/2-28 UNEF		10,338	10,2
Nr. 5-44 UNF		2,741	2,6		6/16-24 UNEF		11,938	11,5
Nr. 6-40 UNF		3,023	2,9		3/8-24 UNEF		13,386	13,2
Nr. 8-36 UNF		3,607	3,5		11/18-24 UNEF		14,986	14,7
Nr. 10-32 UNF		4,166	4		2/4-20 UNEF		16,561	16,5
Nr. 12-28 UNF		4,724	4,6		12/16-20 UNEF		17,958	17,7
1/4-28 UNF		5,588	5,4		3/8-20 UNEF		19,568	19,5
6/18-24 UNF		7,036	6,9		1/8-20 UNEF		21,133	21
3/8-24 UNF		8,636	8,4		1-20 UNEF		22,733	22,5
7/16-20 UNF		10,033	9,9		1 1/16-18 UNEF		24,308	24,2
1/2-20 UNF		11,608	11,5		1 1/8-18 UNEF		25,781	25,5
9/16-18 UNF		13,081	13		1 2/16-18 UNEF		27,381	27,2
3/8-18 UNF		14,681	14,5		1 1/4-18 UNEF		28,956	28,7
3/4-16 UNF		17,678	17,4		1 1/4-18 UNEF		30,556	30,5
3/8-14 UNF		20,575	20,4		1 5/16 UNEF		32,131	32
1 - 12 UNF		23,571	23,2				33,731	33,5
1 1/8-12 UNF		26,746	26,5				35,306	35
1 3/4-12 UNF		29,921	29,5				35,881	36,7
1 3/8-12 UNF		33,096	32,7				38,481	38,2
1 1/2 -12 UNF		36,271	36				40,081	40

Thread Hole



Kekuatan Ulir

	<p>1. Untuk material pada umumnya (s) $e \approx 1,5 \div 1,8 d$</p> <p>2. Untuk material keras (g) terbatas, ukuran e,t,s,g di kurangi dengan 'x', $e \approx d$. untuk material lunak (t), ukuran e,t,s,g ditambah dengan 'y', $e \approx 2d$</p>	<p>Tabel. Batas</p>
--	--	----------------------------

Gewinde d	1)				2) X	3) Y	d1	d2	c
	e	s	t	g					
M2	3	5.5	6.5	4.5	1	1	2.6	4.3	2.3
M2.5	3.7	6.7	7.7	5.7	1.2	1.3	3.1	5	2.9
M3	4.5	7.5	9.5	6.5	1.5	1.5	3.6	6	3.4
M4	6	9.5	12	8.5	2	2	4.8	8	4.6
M5	8	12	16	10.5	3	2	5.8	10	5.7
M6	10	16	20	14	3	3	7	11	6.8
M8	12	20	24	16	4	4	9	15	9
M10	15	24	28	19	5	3	11	18	11
M12	18	29	34	23	5	7	13.5	20	13
M16	22	33	38	27	5	10	17.5	26	17.5
M20	28	40	46	34	8	10	22	33	21.5
M24	32	47	54	39	7	16	26	40	25.5
M30	40	57	-	48	10	18	33	48	32
M36	48	67	-	57	13	22	39	57	38

kelelahan ulir luar yang dikombinasikan dengan mur yang dipres.



(1) Gaya jepit awal (presentase dari batas mulur)

Tabel. Batas Tekanan dudukan dari bahan.

Cara Pembuatan	(1)	Bilangan kekuatan (DIN)	Batas kelelahan (kg/mm ²)		
			M4 - M8	M4 – M16	M18 –
Ulir dirol					
Uli dirol		6G	6	5	4
Ulir dibubut/ dipotong	-	6G, 8G 10K, 12K	6 7	5 6	4 5
ditemper					
Ulir dirol	25	6G	13	12	11
Ulir dirol setelah ditemper	25	6G, 8G 10K, 12K	13 15	12 14	11 13
Ulir dirol	70	6G	10	9	8
Ulir dirol setelah ditemper	70	6G, 8G 10K, 12K	10 11	9 10	8 9

Bahan	Batas tekanan dudukan P _{###} (kg/mm ²)
Baja St37, S20C	30
Baja St50, S30C	50
Baja C45 (ditemper), S45C	90
Besi cor GG22, FC20	100
Paduan magnesium-aluminium GDMgA19	20
Paduan magnesium-aluminium GKMgA19	20
Paduan silika-aluminium-tembaga	30

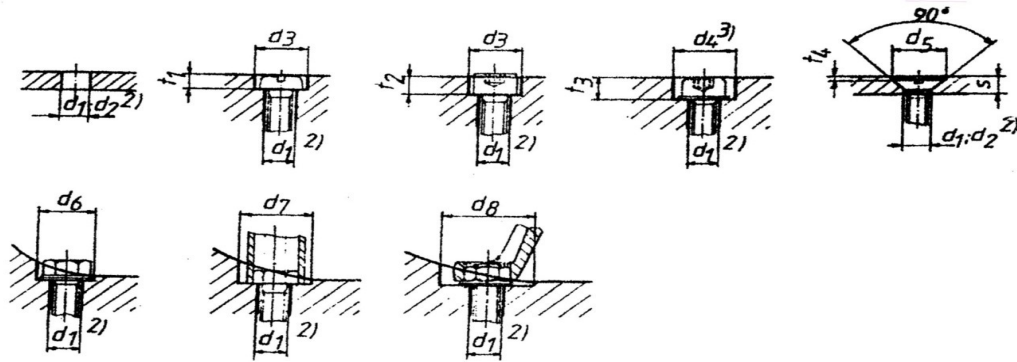


Tabel. Pemilihan sementara diameter nominal ulir

Gaya luar dari 1 baut (kg)			Gaya jepit awal	Diameter nominal ulir (mm)			
Beban statis searah sumbu ulir P	Beban dinamis searah sumbu ulir P	Beban statis atau dinamis lintang Q	P ₀ (kg)	6G	8G	10K	12K
160	100	32	250	4	4	-	-
250	160	50	400	5	5	4	4
400	250	80	630	6	6	5	5
630	400	125	1000	7	7	6	5
1000	630	200	1600	9	8	7	7
1600	1000	315	2500	12	10	9	8
2500	1600	500	4000	14	14	12	10
4000	2500	800	6300	18	16	14	12
6300	4000	12500	10000	22	20	16	16
10000	6300	2000	16000	27	24	20	20
16000	10000	3150	25000	-	30	27	24
25000	16000	5000	40000	-	-	30	30



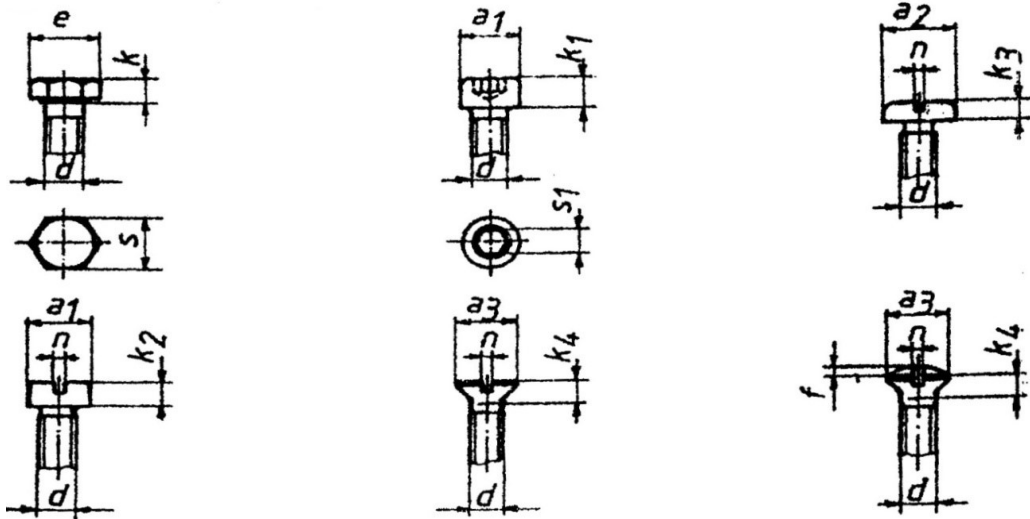
Counter Boring, Counter sink Hole for Screw



Screw diameter	Through holes		Counter boring Counter sinking					Counter sinking for 90°			Cut off diameter for Hex.screws and nuts		
	2)	fine	diameter	diameter	depth			d5	t4	S min	d6	d7	d8
d	d1	d2	d3	d4	t1	t2	t3	d5	t4	S min	d6	d7	d8
M 1	1,3	1,1	2,2	-	0,8	-	-	2	0,2	1	3,8	-	-
M 1,5	1,5	1,3	2,5	-	0,9	-	-	2,5	0,2	1,2	4,3	-	-
M 1,6	2	1,7	3,3	-	1,2	-	-	3,3	0,2	1,6	5	-	-
M 2	2,6	2,2	4,3	5,5	1,6	-	-	4,3	0,25	2	6	-	-
M 2,5	3,1	2,7	5	6,5	2	-	-	5	0,35	2,25	8	-	-
M 3	3,6	3,2	6	7	2,4	2,8	4,3	6	0,35	2,5	8	13	13
M 4	4,8	4,3	8	9	3	3,6	5,5	8	0,35	3,5	10	18	18
M 5	5,8	5,3	10	11	3,8	4,6	7	10	0,35	4	11	18	18
M 6	7	6,4	11	13	4,8	5,5	8,4	11,5	0,45	4,5	15	18	20
M 8	9	8,4	15	18	6	7	10,6	15	0,7	5,5	20	24	26
M10	11	10,5	18	20	7	9	13	19	0,8	7	24	28	33
M 12	14	13	20	24	8	11	15,5	22,5	1	8	26	33	36
M 16	18	17	26	30	10	14	20,5	30	1,3	11	33	40	46
M 20	22	21	33	36	12	18	24,5	37	1,8	13	40	46	53
M 24	26	25	40	43	-	22	29,5	-	-	-	46	57	71
M 30	33	31	48	53	-	27	38	-	-	-	61	71	82
M 36	39	37	57	61	-	33	44	-	-	-	71	82	92

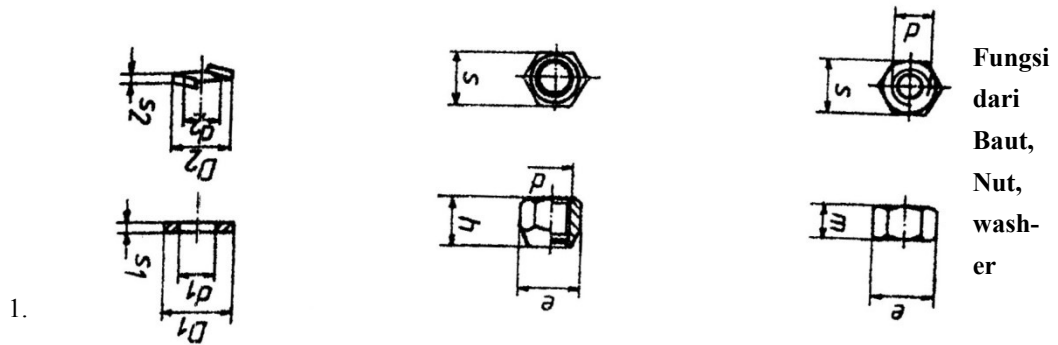


Screw Head





Screw diameter	Hexagonal screw			Inbus screw Panhead screw Lenshead screw Cuntersink screw									
	d	s	e	k	a1	s1	k1	k2	a2	k3	a3	k4	f
M 1	2,5	2,9	-	2	-	-	0,7	-	-	1,9	0,6	0,2	0,2
M 1,2	3	3,5	-	23	-	-	0,8	-	-	2,3	0,7	5	5
M 1,6	3,2	3,7	1,1	3	-	-	1	-	-	3	0,9	0,4	0,4
M 2	4	4,6	1,4	3,8	-	-	1,3	-	-	3,8	1,2	0,5	0,5
M 2,5	5	5,8	1,7	4,5	-	-	1,6	5	1,5	4,7	1,5	0,6	0,6
M 3	5,5	6,4	2	5,5	2,5	3	2	6	1,8	5,6	1,6	0,7	0,8
M 4	7	8,1	2,8	7	3	4	2,6	8	2,4	7,4	5	1	1
M 5	8	9,2	3,5	8,5	4	5	3,3	10	3	9,2	2,2	1,2	1,2
M 6	10	11,5	4	10	5	6	3,9	12	3,6	11	3	1,5	1,6
M 8	13	15	5,5	13	6	8	5	16	4,8	14,5	4	2	2
M 10	17	19,6	7	16	8	10	6	20	6	18	5	2,5	2,5
M 12	19	21,9	8	18	10	12	7	-	-	21,5	6	-	3
M 16	24	27,7	10	24	14	16	9	-	-	28,5	8	-	5
M 20	30	34,6	13	30	17	20	11	-	-	36	10	-	5
M 24	36	41,6	15	36	19	24	-	-	-	-	-	-	-
M 30	46	53,1	19	45	22	30	-	-	-	-	-	-	-
M 36	55	63,5	23	54	27	36	-	-	-	-	-	-	-



Wing bolt

Screw diameter	Hexagonal nuts				Rings Washers			Spring rings		
	s	e	m	h	d1	D1	s1	d2	d2	s2
M 1	2,5	2,9	0,8	-	1,1	3,2	0,3	-	-	-
M 1,2	3	3,5	1	-	1,3	3,8	0,3	-	-	-
M 1,6	3,2	3,7	1,3	-	1,7	4	0,3	-	-	-
M 2	4	4,6	1,6	-	2,2	5	0,3	2,1	4,4	0,5
M 2,5	5	5,8	2	-	2,7	6,5	0,5	2,6	5,1	0,6
M 3	5,5	6,4	2,4	3,6	3,2	7	0,5	3,1	6,2	0,8
M 4	7	8,1	3,2	4,8	4,3	9	0,8	4,1	7,6	0,9
M 5	8	9,2	4	6	5,3	10	1	5,1	9,2	1,2
M 6	10	11,5	5	6,6	6,4	12,5	1,6	6,1	11,8	1,6
M 8	13	15	6,5	8,8	8,4	17	1,6	8,1	14,8	2
M 10	17	19,6	8	11	10,5	21	2	10,2	18,1	2,2
M 12	19	21,9	10	13,2	13	24	2,5	12,2	21,1	2,5
M 16	24	27,7	13	17,6	17	30	3	16,2	27,4	3,5
M 20	30	34,6	16	22	21	37	3	20,2	33,6	4
M 24	36	41,6	19	26,4	25	44	4	24,5	40	5
M 30	46	53,1	24	30	31	56	4	30,5	48,2	6
M 36	55	63,5	29	36	37	66	5	36,5	58,2	6



- D. Untuk pengikatan pada beban ringan dan frekuensi bongkar pasang yang tinggi.
2. **Countersunk flat head screws**
Untuk penjempitan kuat dan tidak gampang slek.
 3. **Hexagon head screw**
Untuk pengikatan kepala hexagon diluar konstruksi, serta dapat menahan beban kuat.
 4. **Hexagon head bolt**
Untuk pengikatan/ penyambungan konstruksi panjang yang tidak membutuhkan lubang ulir.
 5. **Slotted countersunk flat head screw**
Untuk pengikatan konstruksi benam countersunk dengan beban pengerasan sedang dan pengikatan rapat pada plat tipis.
 6. **Hexagon socket head cap screw**
Untuk pengikatan konstruksi benam counterbor dengan beban kuat plat sambung yang tebal.
 7. **Recessed pan head screw**
Untuk pengikatan/sambungan kuat yang dimungkinkan kepala bulat timbul pada bagian permukaan konstruksi.
 8. **Hexagon socket button head screw**
Untuk pengikatan/sambungan kuat yang dimungkinkan kepala bulat timbul pada permukaan konstruksi serta dapat digunakan pada konstruksi yang tebal.
 9. **Square recessed flat countersunk**
Untuk pengikatan konstruksi benam counersunk dengan pengikatan kuat pada konstruksi tipis.
 10. **Set screw**
Untuk pengikatan konstruksi yang tidak memungkinkan digunakan baut dengan kepala countersunk ataupun counterbor.
 11. **Hexagon nut**
 12. Digunakan untuk mengikat konstruksi dengan pengunci pada bagian ujung.
 12. **Countersunk flat cub nut**
Untuk pengikatan konstruksi dan sudah dilengkapi ring dan pelindung ujung poros.



Urutan kerja pemasangan/pelepasan Bolt&Nut?

- Urutan Melepas Bolt&Nut:
- 13. **Hexagon flanged**
 - a. Mengahalisa tentang cara melepas Bolt&Nut
 - Untuk pengikatan konstruksi dan sudah dilengkapi dengan ring
 - b. Menyiapkan alat-alat yang cocok dengan baut dan mur.
 - c. Melepas mur dari ikatan baut dengan kunci (pas, ring)
- 14. **Cub nut**
 - d. Melepas kepala baut dengan kunci L Bila memekai baut L dari body
 - Untuk pengikatan konstruksi dengan pelindung ujung poros
 - e. Menata atau menandar baut yang sudah dilepas agar tidak tercampur atau hilang
- 15. **Hexagon nut with plastic seal** :
 - Urutan Memasang Bolt&Nut :
 - Untuk pengikatan pada konstruksi yang membutuhkan tingkat kerapatan tinggi, terutama
 - a. Membersihkan baut atau body dari kotoran/karat dengan kain pembersih.
 - untuk menahan resapan cairan
 - b. Memberi pelumas pada bodi atau baut
 - c. Memilih Bolt&Nut sesuai dengan yang dilepas tadi (lama atau baru), M, W, Kisar
- 16. **Nut for welding**
 - d. Memasang Bolt&Nut dengan kunci (pas, ring, L), diberi washer (ring)
 - Digunakan untuk penyambungan dengan cara nut dilas pada konstruksi.
 - e. Menguji atau melihat, mengukur apakah pemasangannya sudah benar atau belum.
 - (dengan mengukur jarak antar pasangan, melihat kerenggangan antar body dan penutup)
- 17. **Wing nut**
 - Untuk pengikatan mur dengan frekuensi bongkar pasang yang tinggi.
- 18. **Hexagon nut with lock ring**
 - Cara pengecekan hasil Pasangan baut dan Mur:
 - Untuk pengikatan konstruksi, biasa ditambahkan dengan ring.
 - Melihat kelurusan Bolt&Nut
- 19. **Hexagon slotted**
 - Melihat kelurusan terhadap body
 - Untuk pengikatan konstruksi yang dilengkapi dengan alur pelindung agar mur tidak lepas
 - Mengecek kekencangan masing-masing Bolt&Nut sepenuhnya.
 - Menggeser body apakah sudah rapat
- 20. **Frame nut**
 - Melihat kerapatan dengan body
 - Mur untuk sambungan baut, untuk posisi dalam.
- G. Kondisi Baut dan Mur**
- 21. **Internal tooth lock washer**
 - Untuk kondisi baut dan mur yang sudah dipasang atau yang akan dipasang maka harus dicek dulu.
 - Bangun sampai pada keadaan rusak dipasang kembali sehingga akan sulit untuk melepasnya. Atau ulir yang rusak tetap saja dipaksakan masuk sehingga akan dol atau rusak dari rumah ulir.
 - Di bawah ini kerusakan ulir dan penyebabnya:
- 22. **Internal external tooth lock washer**
 - lock washer
 - biasa digunakan pada komponen kelistrikan ataupun permukaan bearing dengan lubang



dangkal.

23. **External tooth lock**

countersunk washer ring pengunci baut dengan kepala countersunk.

24. **External tooth lock washer**

Ring untuk pengunci agar mur tidak berputar. Biasanya untuk benda lunak.

25. **Spring lock washer**

Ring per untuk mur, pada kondisi benda yang bergerak atau bergetar.

26. **Flat washer**

Pemakaian baut atau mur untuk kondisi normal.

E. Perawatan

Untuk perawatan dari Baut dan mur tidaklah terlalu sulit karena merupakan barang yang tidak bergerak dan sederhana. Untuk perawatan hanya dengan pengecekan kekencangan secara periodik. Penggantian juga dapat dilakukan apabila sudah ada kecacatan. Untuk Jadwal perawatan dari Baut dan mur dapat dibuat berdasarkan dari tingkat kebutuhan dari mesin. Yaitu diidentifikasi dari **getaran, besar dari baut, beban**. Untuk itu dapat dicontohkan beberapa komponen yang ada dan juga posisi baut, sehingga akan mendapatkan suatu rencana perawatan Baut dan mur yang optimal.

Contoh : Format Jadwal Perawatan

No	Nama Komponen	Posisi	Kode/ nama Baut dan mur	Jenis Tool	Periode Perawatan	Pe- nanggung Jawab
1.	Konveyor	Body stain- less	Imbuss (L) M10	Kunci L	3 bln	Rio



Contoh:Format Laporan Perawatan

No .	Tanggal Perawatan	Tools	Posisi Baut/mur	Nama Baut/mur	Nama Operator	TTD
1.	10 - 6 - 07	Kunci L 8	Body satin-less	Imbus (L) M10	Joni	





- a. Ujung Bolt&Nut rusak (cacat)
 - Menekan benda keras sehingga ujung ulirnya jadi rusak
 - Jatuh sehingga mengenai ujungnya

- b. Bolt&Nut kondisi longgar/goyang
 - Sudah aus karena lama pemakaian
 - Sering dilepas dan pasang

- c. Ulir rusak (dol, terpuntir)
 - Kurang pelumasan
 - Kisar salah dipaksakan
 - Pengencangan yang terlalu kuat
 - Ulir kena pukul, gergaji, tertindih sehingga tidak runcing lagi, rusak

- d. Baut yang bengkok
 - Menahan beban yang overload
 - Penguncian yang terlalu kuat
 - Kesalahan pemasangan

- e. Baut patah
 - Pengencangan terlalu kuat
 - Ada beban kejut dari body atau penyangga

- f. Kepala Baut cacat
 - Pemakaian kunci yang salah, sehingga kepala baut rusak
 - Posisi kerja yang salah

H. Safety

Untuk keselamatan kerja pada pemasangan baut dan Mur serta alatnya yang dipakai adalah:

Alat-alat :

- Kacamata
- Sarung Tangan
- Baju kerja
- Sepatu Safety



Kondisi kerja:

Jangan mengencangkan atau melepas baut pada kondisi body berputar

Pakailah selalu kunci yang sesuai dengan ukuran pada kepala baut atau L

Sebaiknya pakai kunci Ring bila memungkinkan.

Baut yang rusak jangan dipasang, karena akan menyulitkan bila dilepas.

Pilihlah baut / mur yang sesuai dengan pasangannya, jangan dipaksakan bila tidak masuk.

Untuk pengencangan, bila kepala dan body sudah rapat, itu cukup, jangan terlalu keras sekali, sehingga kepala patah dan nanti kalau melepas akan sulit.

PERHITUNGAN SAMBUNGAN MUR DAN BAUT

Pemilihan Mur dan Baut

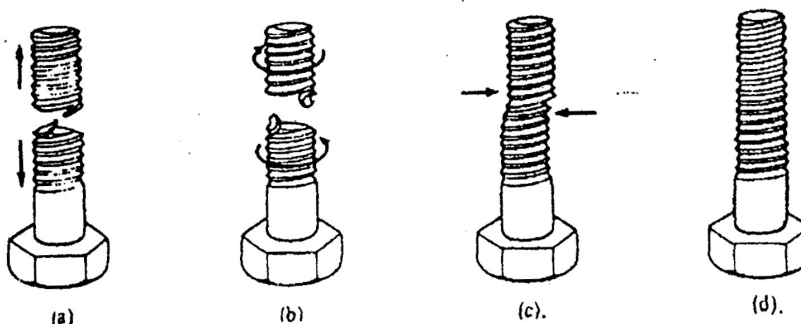
Baut dan Mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelekaan atau kerusakan pada mesin.

Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran dan jenis yang sesuai.

Dari sisi fungsi, pemilihan jenis dapat berupa ulir tunggal atau majemuk, ulir metris atau withworth, halus atau kasar, ulir segitiga, segi empat bulat atau trapesium.

Untuk pemilihan bahan dan ukuran, mengacu pada kebutuhan akan kekuatannya.

Macam-macam kerusakan yang dapat terjadi pada Baut :



A. Putus karena Tarik

c. Akibat geser



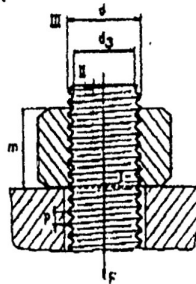
B. Putus karena Puntir

d. Ulir Lumur (dol)

Untuk menentukan ukuran Baut dan Mur, berbagai faktor harus diperhatikan seperti sifat gaya yang bekerja pada Baut, syarat kerja, Kekuatan bahan, kelas ketelitian dan lain-lain

Adapun gaya-gaya yang bekerja pada Baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni
2. Beban aksial, bersama dengan punter
3. Beban geser
4. Beban tumbukan aksial



Apabila pada sebuah Baut bekerja gaya tarik F , maka dalam Baut akan timbul tegangan tarik, yang dapat menyebabkan patah.

Karena diameter $d_3 < d$, kemungkinan putus lebih besar pada penampang kaki ulir. Dalam hal ini persamaan yang berlaku adalah :

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{F}{\pi \cdot d_3^2} \leq \sigma_t$$

Dimana :

F = Gaya tarik aksial pada baut

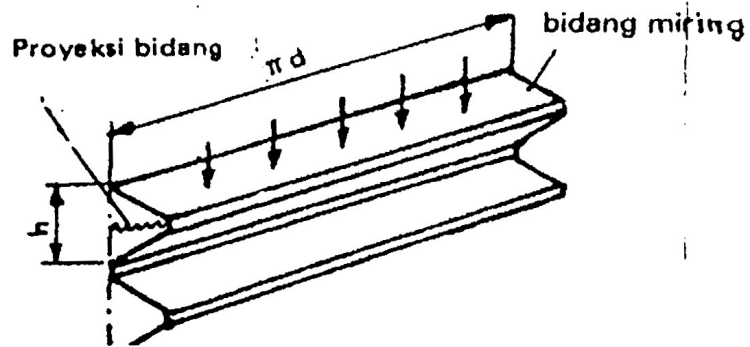
A = Luas penampang baut

σ_t = Tegangan tarik yang terjadi di bagian yang berulir pada diameter inti d_3

d_3 = Diameter inti dari ulir



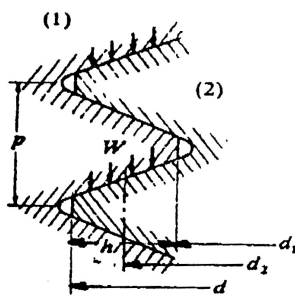
Tekanan bidang pada bidang ulir Baut dan Mur :





Gaya aksial F terbagi pada bidang-bidang ulir Mur dan Baut, jika jumlah lingkaran ulir pada mur (m) = Z , maka tiap lingkaran ulir mendapat gaya tekan F.

Tekanan bidang pada ulir dapat dicari dengan rumus :



$$\rho = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z} \leq \bar{\rho}$$

h = tinggi profil yang menahan gaya

z = jumlah lilitan ulir

d_2 = Diameter efektif ulir

$$z = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot \bar{\rho}}$$

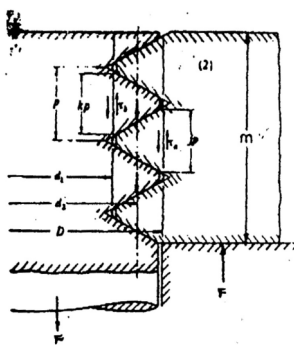
Tinggi mur (m)

Dapat dihitung dengan rumus :

$M = z \cdot p$ p = jarak bagi / kisar ulir

Menurut standar $m = (0,8 - 1)d$

Kekuatan ulir baut dan ulir mur



Gaya aksial F menimbulkan tegangan geser pada bidang silinder kaki ulir baut dan mur.

Tegangan geser pada kaki ulir luar :

$$\tau_b = \frac{F}{\pi \cdot d_3 \cdot k \cdot p \cdot Z}$$

Tegangan geser pada kaki ulir dalam :

$$\tau_n = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z}$$

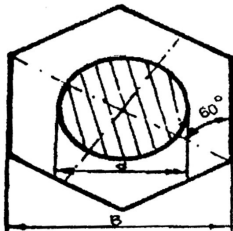
untuk ulir metris dapat diambil

$k \approx 0,84$ $j \approx 0,75$



τ_b dan τ_n , harus lebih kecil dari tegangan geser yang diijinkan.

Permukaan dimana kepala baut dan mur akan duduk, harus dapat menahan tekanan permukaan sebagai akibat dari gaya aksial baut untuk menghitung besarnya tekanan ini, dianggap bagian kepala baut atau mur adalah lingkaran yang diamter luarnya sama dengan jarak dua sisi sejajar segi enam (B).



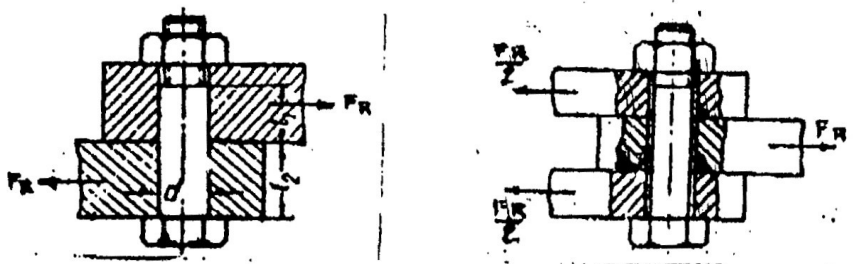
Maka besar tekanan permukaan dudukan adalah :

$$p = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(B^2 - d^2)}$$

Tabel Tekanan Permukaan yang diijinkan pada Ulir :

Bahan		Tekanan permukaan yang diijinkan \bar{p} (N/mm ²)	
Ulir Luar	Ulir Dalam	Untuk pengikat	Untuk penggerak
Baja liat	Baja liat atau perunggu	30	10
Baja keras	Baja liat atau perunggu	40	13
Baja keras	Besi cor	15	5

Kekuatan sambungan dengan pembebanan geser





Jika gaya radial (F_R) bekerja pada batang paku, penampang normalnya mengalami tegangan geser sebesar :

$$\bar{\tau} \geq \frac{F_R}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

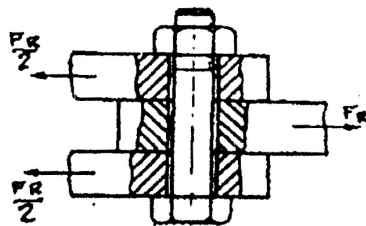
Sebelum mendapat gaya geser (F_R), terlebih dahulu baut dikencangkan, maka akibat gaya pengencangan (F_0) pada baut terjadi kekuatan gesekan antara permukaan plat sambungan yang diperimpitkan.

Agar plat sambungan tidak bergeser setelah mendapat gaya F_R , maka gaya tegang F_0 harus lebih besar dari pada F_R . Dan gaya geser plat (W).

$$W > FR$$

$$W = F_0 \cdot f \cdot i \geq F_R$$

1. uhi



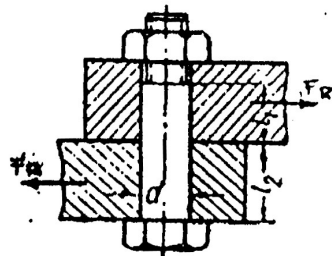
Dan gaya geser plat harus memempersamaan

$W =$ Gaya geser akibat gaya F_0 pada permukaan plat sambungan.

$f =$ Koefisien geser 0,1 – 0,2

$i =$ Jumlah bidang geser.

2. Perhatikan gambar



Jika harga koefisien geser = 0,2

Harga $i = 2$ maka :

$$F_0 \geq \frac{F_R}{f \cdot i} = \frac{F_R}{0,2 \cdot 2} = 2,5 \cdot F_R$$

$$f = 0,2 \quad i = 1$$

$$F_0 \geq \frac{FR}{0,2 \cdot 1} = 5 F_R$$

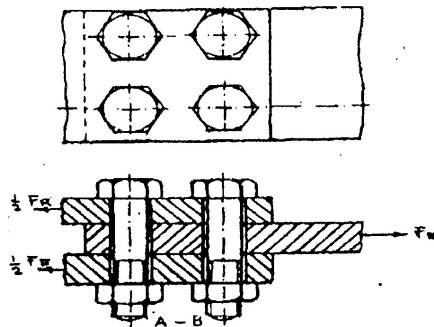


Gaya F_o adalah gaya aksial, sehingga baut mula-mula dibebani gaya tarik, maka diameter baut dapat dihitung.

$$\sigma_t = \frac{F_o}{\frac{\pi}{4} d_3^2} \qquad d_3 = \frac{4 \cdot F_o}{\pi \cdot \sigma_t}$$

Contoh soal :

1.



Tiga buah pelat diikat oleh empat buah baut M12 koefisien gesek $f = 0,2$, σ bahan baut = 64 N/mm^2 . Tegangan pengencangan baut yang diijinkan = $0,6 \sigma$ tekanan permukaan yang diijinkan 30 N/mm^2 .

Hitung : Gaya gesek yang terjadi karena gaya F_o

Penyelesaian :

F_o yang diperoleh untuk pengencangan tiap baut :

$$\begin{aligned} F_o &= 0,6 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_3^2 \cdot \sigma \\ &= 0,6 \cdot 0,785 \cdot 9,852 \cdot 64 \qquad F = 2102 \text{ 08 N} \end{aligned}$$



Untuk 4 buah baut :

$$F_o = 2102,08 \cdot 4 = 8408,35 \text{ Newton}$$

Gaya gesek yang terjadi karena gaya (F_o) 4 buah baut

$$\begin{aligned} W &= F_o \cdot f \cdot 1 \geq FR \\ &= 8408,35 \cdot 0,2 \cdot 2 \\ &= 3363,34 \text{ Newton} \end{aligned}$$

Tekanan permukaan dudukan kepala baut dan mur

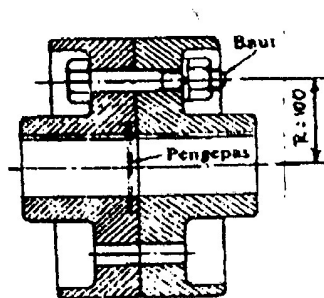
$$P = \frac{F_o}{\frac{\pi}{4}(B^2 - d^2)} = \frac{2102,08}{0,785(19^2 - 12^2)} = 12,340 \text{ N/mm}^2$$

Baik $12,340 \text{ N/mm}^2$ 30 N/mm^2

Lembar Latihan

Soal-soal Latihan

Soal :



Dua bagian proses seperti gambar disambung dengan 8 buah baut pengikat σ_t baut = 390 N/mm^2 . Tegangan pengencangan baut $0,6 \cdot \sigma_t$. Diameter terkecil ulir baut $d_3 = 8,16 \text{ mm}$ koefisien gesek (f) = $0,15$

Hitung :

Momen puntir maksimum yang dapat diberikan pada poros dengan tidak terjadi geseran antara kedua poros.



Penyelesaian :

Gaya pengencangan yang 8 buah baut

$$\begin{aligned} F_o &= 8 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_3^2 \cdot 0,6 \sigma \\ &= 8 \cdot 0,785 \cdot 8 \cdot 16^2 \cdot 0,6 \cdot 390 \\ &= 97848,87 \end{aligned}$$

Gaya gesek yang terjadi karena F_o

$$\begin{aligned} W &= F_o \cdot f \cdot i \geq F_R \\ &= 97848,87 \cdot 0,15 \cdot 1 = 14677,33 \text{ Newton} \end{aligned}$$

Momen yang diberikan pada poros dengan tidak terjadi slip

$$M_p \leq F_R \cdot R$$

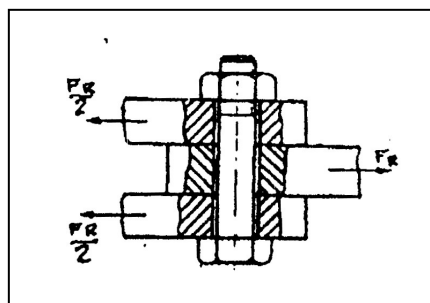
$$M_p \leq 12231,10 \cdot 100$$

$$M_p \leq 1223110 \text{ N.mm}$$



Latihan :

1. Apa fungsi dari mur baut?
2. Ada berapa jenis ulir
3. Apa arti ulir M14 x 2, L 40.
 - a. Apa arti M
 - b. Berapa diameter luar ulir,
 - c. Berapa panjang ulir
 - d. Berapa kisar ulir
 - e. Berapa sudut ulir
 - f. Bila dibuat Mur, maka berapa diameter bor yang digunakan?
4. Apa arti ulir W $\frac{1}{2}$ x 12
 - a. Apa arti W
 - b. Berapa diameter luar ulir,
 - c. Berapa panjang ulir
 - d. Berapa kisar ulir
 - e. Berapa sudut ulir
 - f. Bila dibuat Mur, maka berapa diameter bor yang digunakan?
5. Berapa kekuatan momen pengencangan baut jika jenis baut kepala segi enam M12 ada tanda angka 4 ?
6. Berapa ukuran diameter baut yang kuat untuk menahan beban 2,5 T, jika menggunakan baut yang jenis 8.8





BAB III

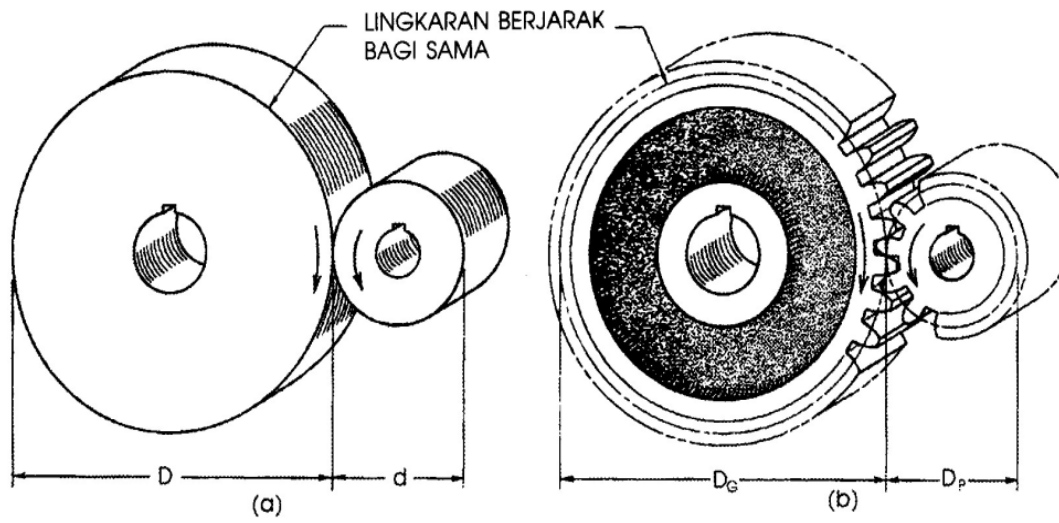
RODA GIGI



Roda gigi sebagai komponen mesin berfungsi sebagai pemindah tenaga dari poros ke poros yang lain. Dalam teknik mesin roda gigi merupakan komponen pemindah tenaga yang sangat penting. Hampir semua mesin mekanik mempergunakan roda gigi. Untuk memindahkan daya yang besar, maka Roda gigi merupakan pilihan

MACAM- MACAM RODA GIGI

Berdasarkan prinsip lengkungan profil gigi-gigi (Spur Gear)
Roda **gigi lurus** digunakan pada pemindahan tenaga yang kedua porosnya sejajar



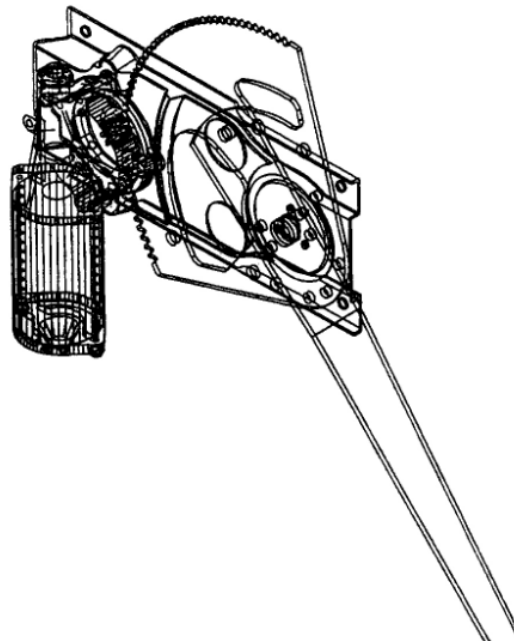
Roda gigi Helik

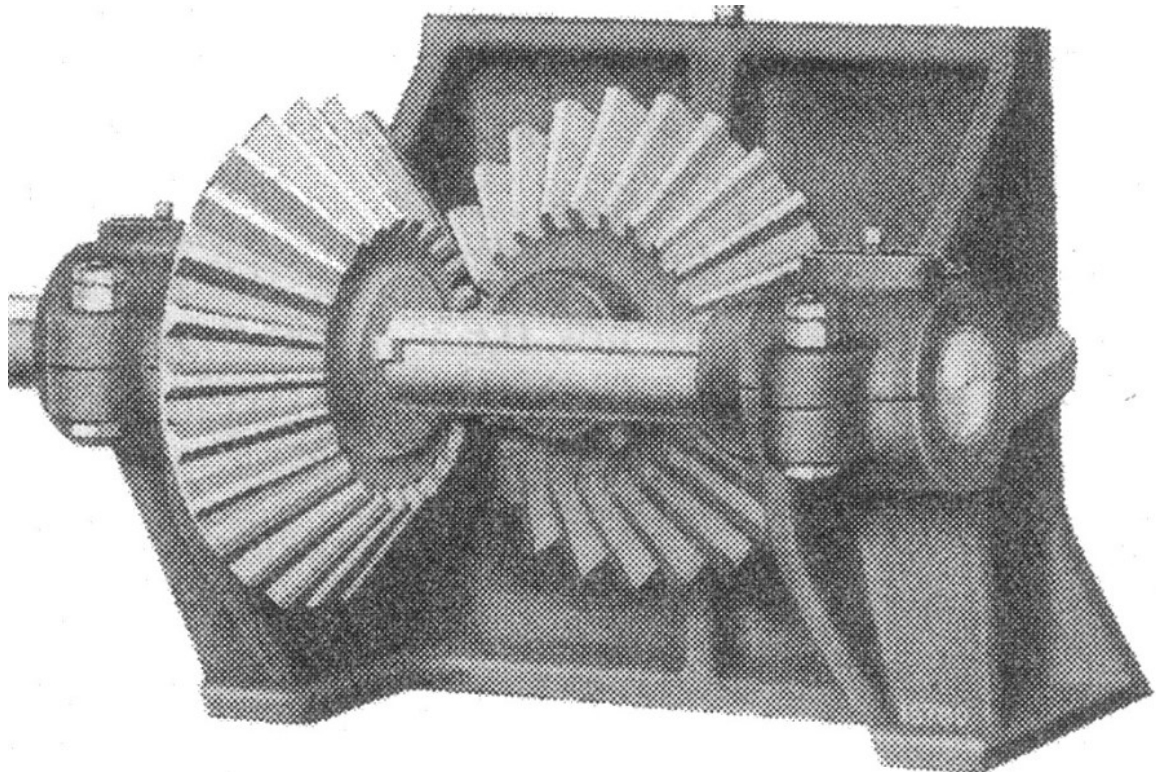
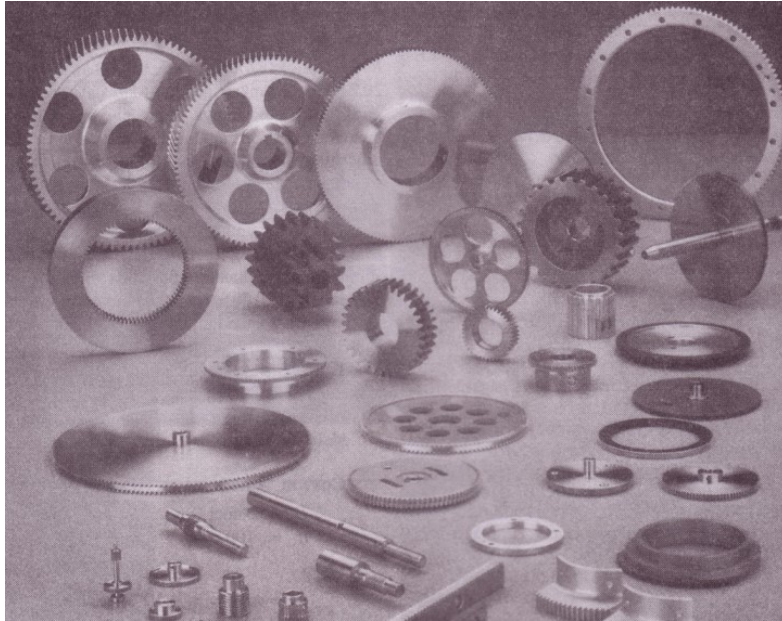
Roda gigi Kerucut (Bevel Gear)

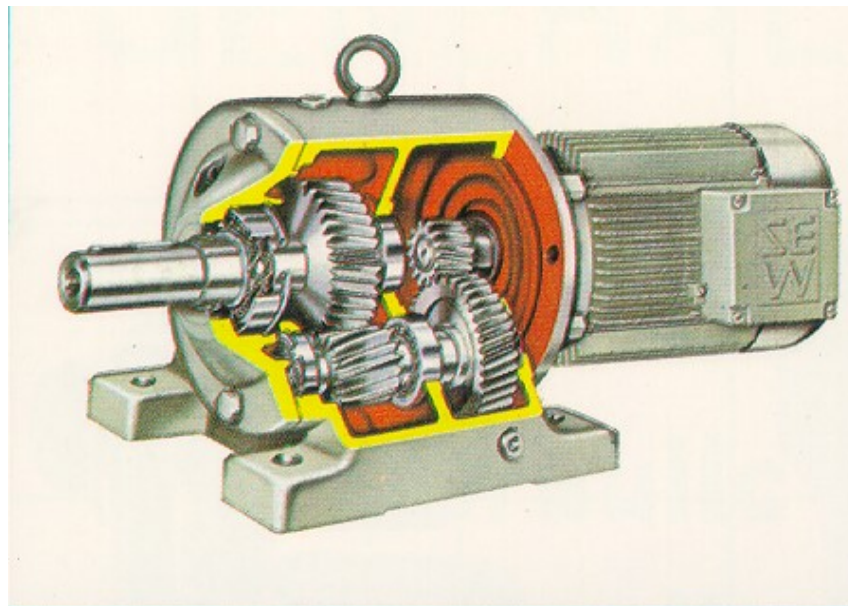
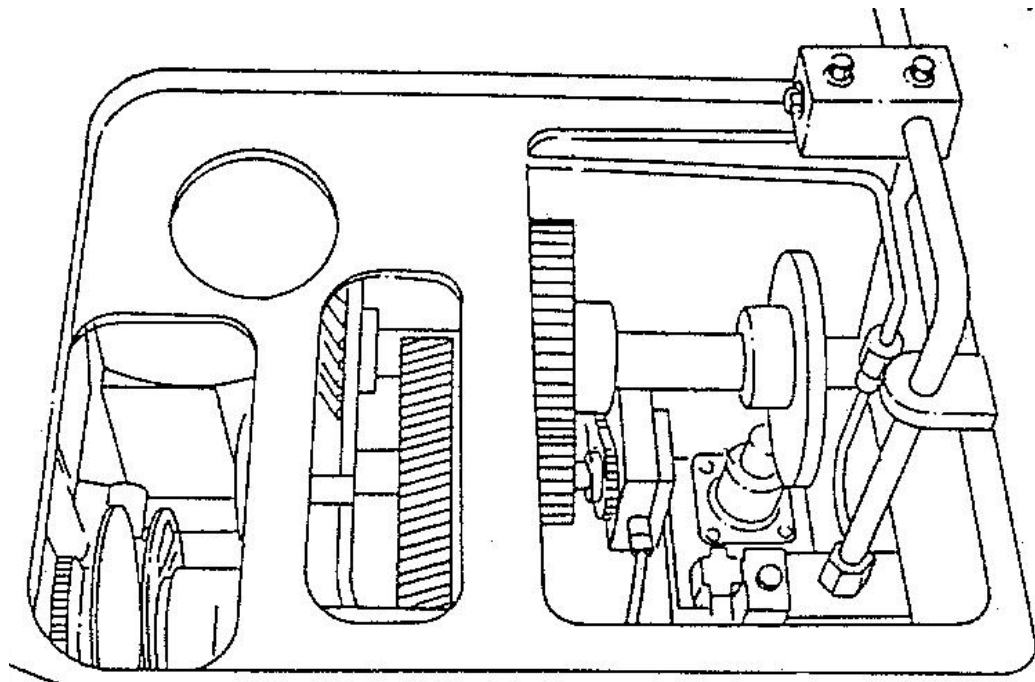
Roda gigi Cacing (Worm Gear)

Roda gigi batang (Rack)

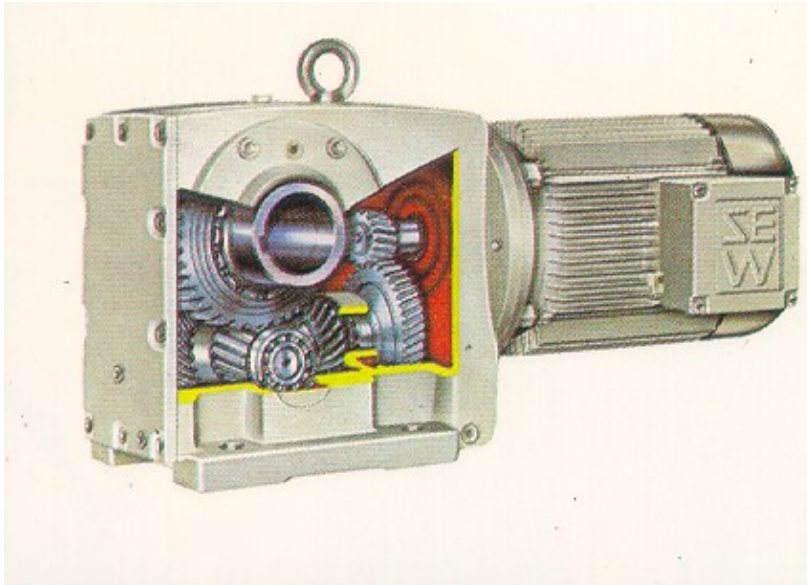
Roda gigi rantai (chain Wheel



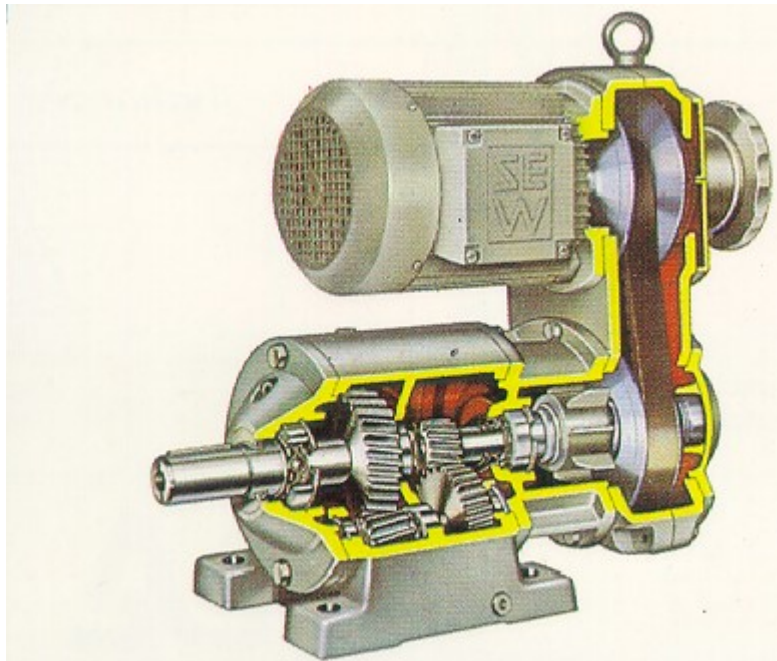




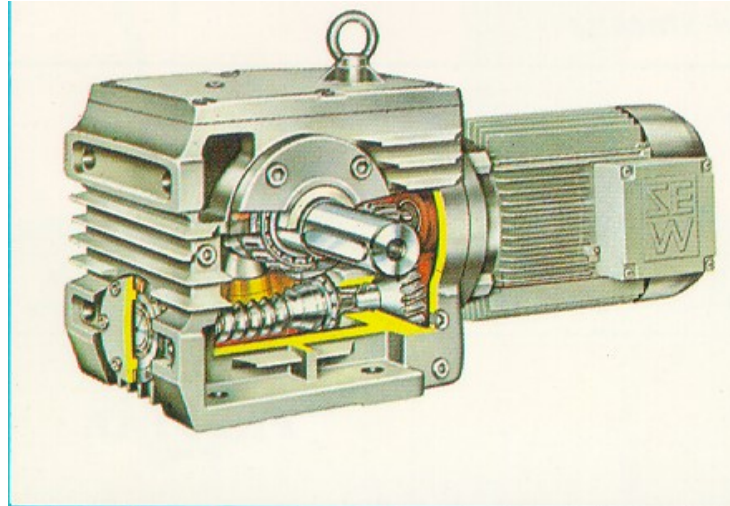
Helical Geared Motor



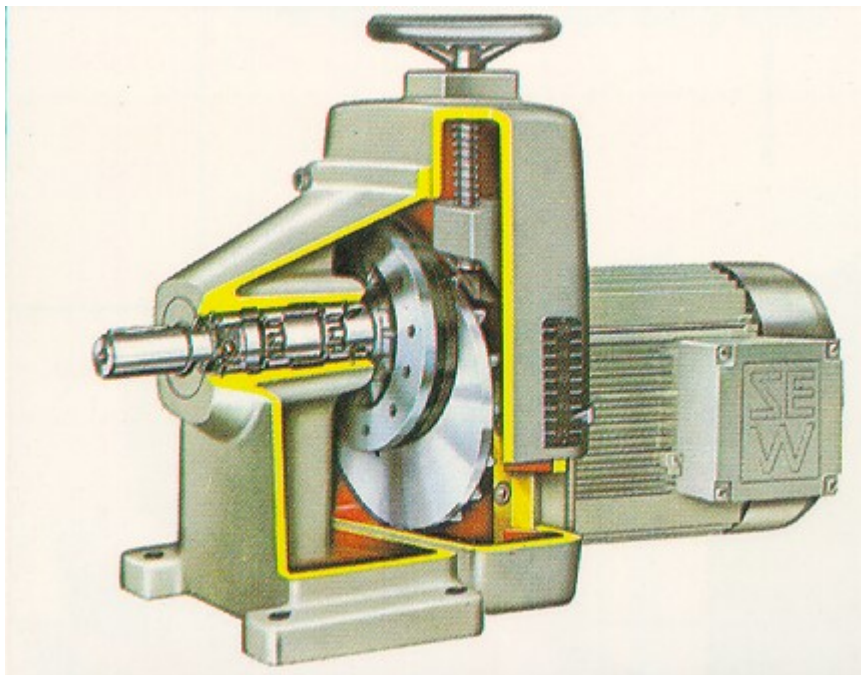
Helical Bevel Geared Motor



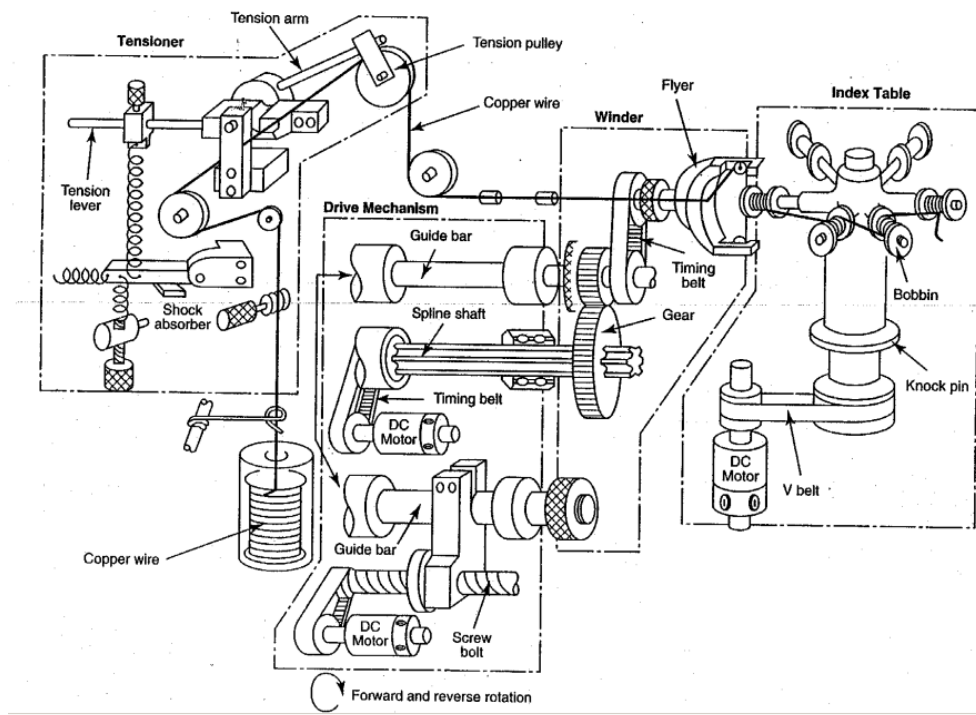
Varibloc Variable Speed Geared Motor



Helical Worm Geared Motor



Varimot Variable Speed Unit



PERHITUNGAN RODA GIGI

RODA GIGI SILINDRIS

TUJUAN :

Menghitung ukuran roda gigi sesuai dengan persyaratan kekuatan / beban.

URAIAN MATERI :

Roda Gigi

Transmisi gerak putar dari suatu poros ke poros yang lain adalah suatu masalah untuk setiap perencanaan. Poros-poros tersebut harus berputar dengan kecepatan yang sama atau berlainan, tetapi perbandingan putarannya, berapa pun besarnya harus mempunyai harga yang tetap selama poros berputar. Hal ini hanya dapat terjadi bila tidak ada selip pada transmisi, dan ini dapat dicapai dengan transmisi rantai, ban bergigi dan roda gigi. Sebagai contoh misalnya dua buah poros, satu



Gambar 1.

Tetapi untuk menjamin agar tidak terjadi slip sama sekali untuk keperluan transmisi ini, maka keadaan kontak pada kedua roda harus diperoleh dengan cara yang lebih baik. Hal ini dapat dicapai dengan memasang pasak pada roda yang licin itu. Tetapi ini hanya dapat dipakai untuk putaran rendah. Untuk transmisi dengan putaran tinggi, roda bergigi pasak tadi, tidak dapat n begitu saja (Gb. 1.b).

Transmisi roda gigi adalah transmisi yang paling banyak dipakai. Praktis semua pemindahan daya dapat dilakukan dengan memakai roda gigi. Baik untuk proses sejajar, maupun untuk poros tegak lurus, semuanya dapat dilakukan transmisi dengan roda gigi. Juga untuk poros yang bersilangan, dengan bentuk roda gigi tertentu dapat dilakukan pemindahan daya dan putaran.

Untuk keperluan transmisi dengan kedudukan poros yang bermacam-macam tersebut, dapat dibedakan beberapa macam roda gigi :

Roda gigi silindris dengan gigi lurus.

Roda gigi silindris dengan gigi miring.

Roda gigi silindris dengan gigi bentuk panah.

Roda gigi silindris dengan gigi busur.

Roda gigi kerucut.

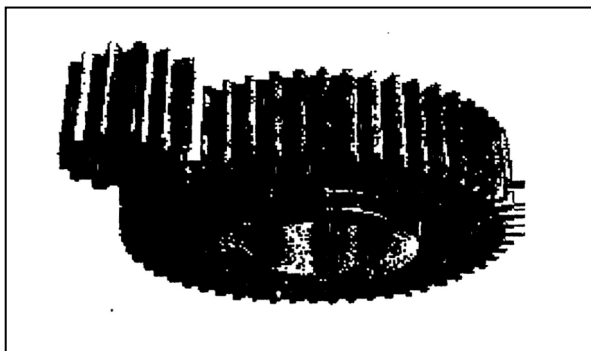
Roda gigi spiral.

Roda ulir.

Roda gigi silindris a, b, c, d, untuk transmisi dengan poros sejajar, roda gigi kerucut untuk poros yang berpotongan, roda gigi spiral untuk poros bersilangan tegak lurus dengan perbandingan putaran antara 25 sampai dengan 50.

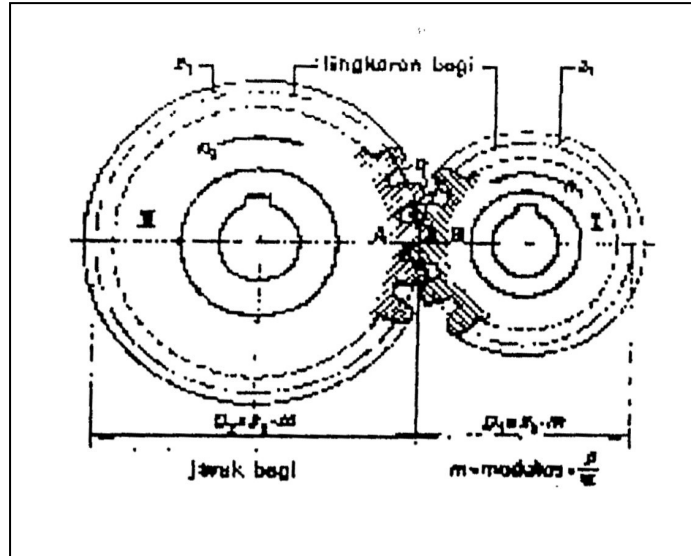
RODA GIGI SILINDRIS

Roda Gigi Silindris dengan Gigi Lurus

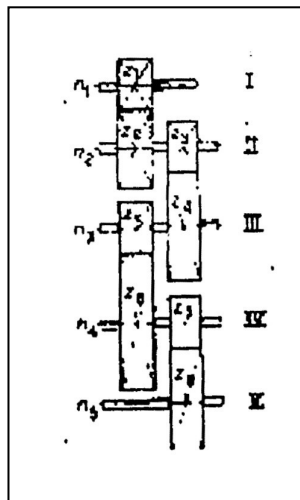




Gambar 2. Roda gigi silindris bergigi lurus



Gambar 3.



Gambar 4.

Perbandingan putaran antara dua roda gigi yang berpasangan, berbanding terbalik dengan jumlah gigi-giginya.

Perbandingan putaran dapat disebut juga perbandingan transmisi dan diberi lambang i .

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{D_2}{D_1}$$



Dengan cara ini dapat dicari perbandingan putaran untuk proses dengan roda gigi bersusun.

Contoh :

Bila putaran poros I n_1 , maka :

$$n_1 : n_2 = z_2 : z_1,$$

maka putaran poros II

$$n_2 : n_1 = \frac{z_1}{z_2}$$

Untuk poros II dan III berlaku :

$$n_2 : n_3 = z_4 : z_3$$

$$n_3 = n_2 \cdot \frac{z_3}{z_4}$$

Jadi

$$n_3 = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \quad (\text{lihat gambar 5-4}).$$

Dengan cara yang sama didapat :

$$n_4 = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}$$

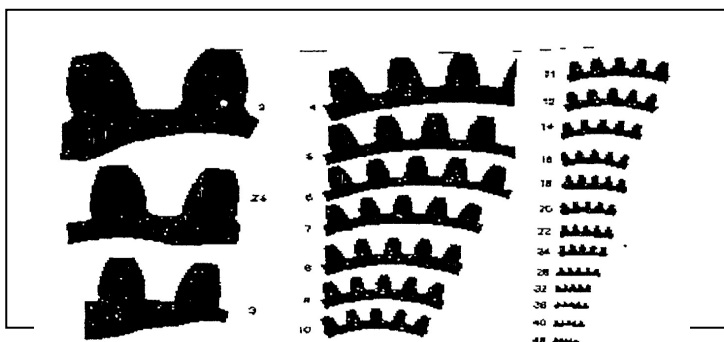
jadi putaran poros ke empat dapat dicari, tanpa menghitung lebih dulu putaran poros II dan III.

Keliling lingkaran bagi :

$$L = \pi D = z \cdot p \quad ; \quad D = \frac{z \cdot p}{\pi} = z \cdot \frac{p}{\pi}$$

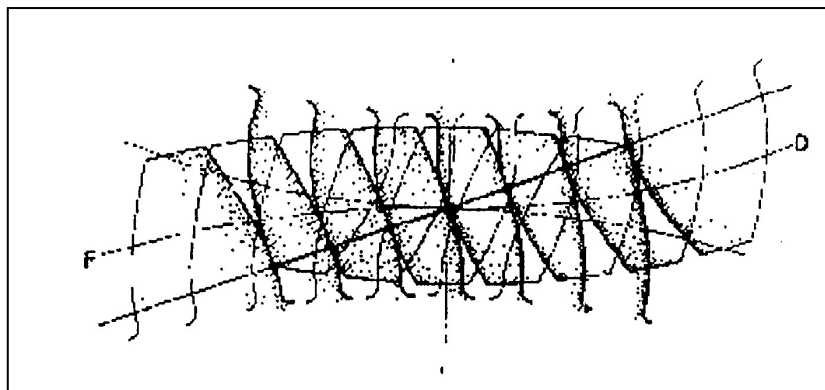
Hasil bagi $\frac{p}{\pi}$ disebut modul gigi dan ditulis dengan lambang m.

Harga m untuk gigi-gigi dapat dilihat dilihat pada tabel 5.1.





Gambar 5. Roda gigi dengan diameter lingkaran bagi sama, tetapi dengan modul yang sama.



Gambar 6. Sepasang gigi sedang bersinggungan.

Tabel 1 Deretan Modal

Modul M (mm)	0,3..1,0	1,25...4,0	4,5..7	8..16	18..24	27..45	50...75
Kenaikan angka	0,1	0,25	0,5	1	2	3	5

Untuk memproduksi gigi, selain p maka m memegang peranan penting. Sebagaimana p , maka untuk dua roda gigi yang berpasangan harga m harus sama.

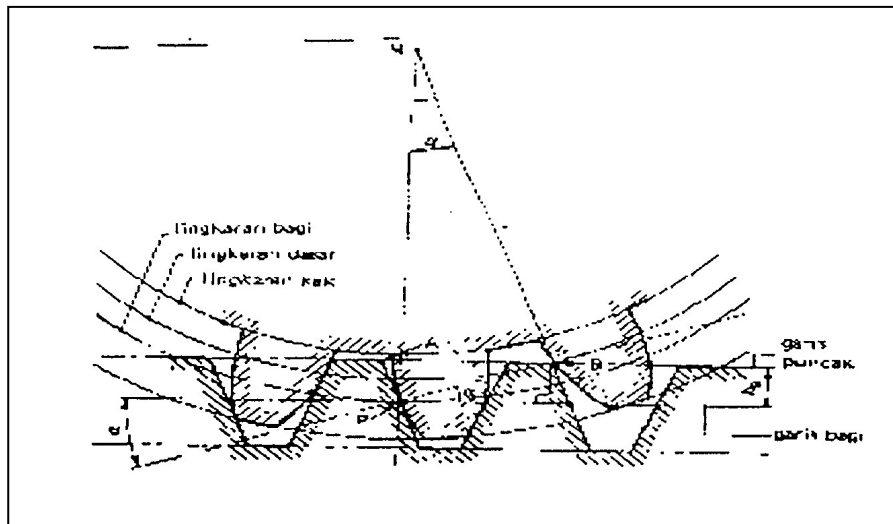
PERHITUNGAN KEKUATAN PADA RODA GIGI SILINDRIS BERGIGI LURUS

Untuk menentukan ukuran-ukuran gigi pada roda gigi, beberapa faktor harus ditinjau :

- a. kekuatan gigi terhadap lenturan.



- a. Kekuatan gigi terhadap tekanan.
- C. Pemeriksaan terhadap panas yang terjadi.
- Disamping yang disebut diatas, faktor pengerjaan memegang peranan penting, karena ketidak sempurnaan dapat menyebabkan getaran dan tumbukan, yang menyebabkan patah atau aus secara cepat.



Gambar 7.

$$\sin \alpha = \frac{PB}{PM}$$

$$PB = PM \sin \alpha$$

$$PM = \frac{\text{diameter lingkaran bagi}}{2} = \frac{mz}{2}$$

$$PB = \frac{mz}{2} \sin \alpha$$

Dari gambar dapat dilihat :



$$\sin \alpha = \frac{hk}{PB}$$

$$hk = PB \sin \alpha$$

$$hk = \frac{mz}{2} \sin^2 \alpha$$

Agar tidak terjadi “undercutting”, maka :

$$Z_{\min} = \frac{2hk}{M \sin^2 \alpha}$$

Untuk $\alpha = 20^\circ$

$$Z_{\min} = \frac{2hk}{M \sin^2 \alpha} = \frac{2m}{m \sin^2 20^\circ} = 17 \text{ gigi}$$

Untuk $\alpha = 15^\circ$

$$Z_{\min} = \frac{2}{\sin^2 15^\circ} = 17 \text{ gigi}$$

a. Kekuatan gigi terhadap kelenturan.

Pada waktu roda gigi berputar, bekerja gaya pada profil gigi yang berkontak, dengan arah yang sesuai dengan garis kontak. Gaya ini tegak lurus terhadap profil gigi. Letak garis kerja gaya berubah-ubah sesuai dengan kedudukan pada awal dan akhir cengkeraman.

Penampang berbahaya terletak pada kaki gigi, mendapat beban merupakan kombinasi lentur, tekan dan geser. Karena letak gaya berpindah-pindah selama gigi mulai masuk kontak sambil meninggalkan pasangan, dan letak ini berpindah dari kepala sampai hampir ke dekat kaki (lihat perjalanan pasangan gigi, gambar 6.). Maka untuk memudahkan perhitungan dipakai suatu gaya ekuivalen, yang dianggap bekerja pada kepala gigi (lihat gambar 9.), terbagi rata dengan resultante F. untuk menghitung besar gaya F, dipakai gaya keliling yang bekerja pada lingkaran bagi.

$$F = \frac{2T}{D} \text{ dan } T = \frac{P}{\varphi} = \frac{1}{2\pi} \frac{P}{n}$$

Jadi

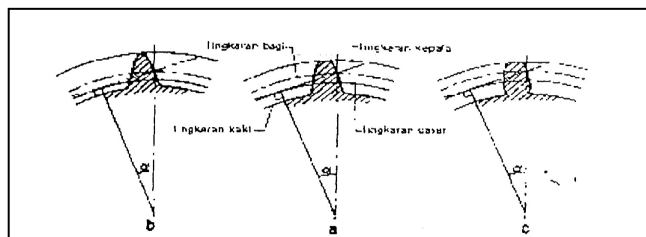
Menurut Prof. Bach :

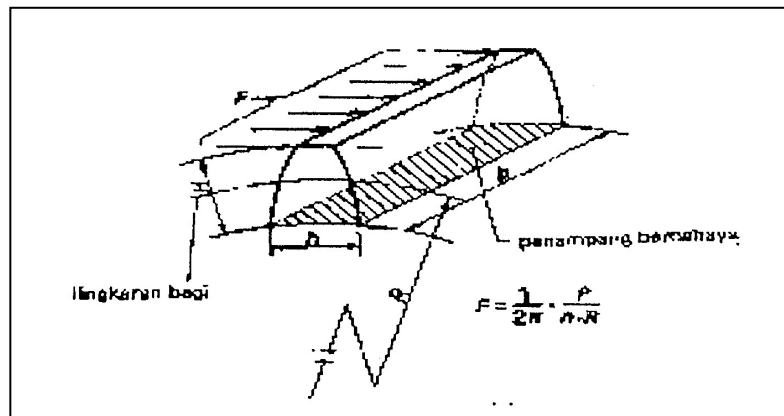
Momen bengkok pada kaki gigi :

$$M_b = W_b \cdot \sigma b$$

Atau $F.H = 1/6 bh^2 \cdot \sigma b$

Gambar 8.





Gambar 9. Gaya-gaya bekerja pada kepala gigi

Untuk roda gigi involut maka harga di normalisir :

$$H = 2,25 = 2,25 \frac{p}{\pi}$$

Untuk gigi normal (tanpa koregasi) gaya $h = 0,55 p$.

$$F \cdot 2,25 \frac{p}{\pi} = \frac{1}{6} b (0,55p)^2 \sigma_b$$

$$F = \frac{1}{14,3} b \cdot p \cdot \sigma_b = \frac{\sigma_b}{14,3} b \cdot p$$

Atau $F = c \cdot p \cdot b$

Faktor c tergantung pada bahan dan diberi nama faktor bahan.

Disini belum diperhitungkan faktor kecepatan. Oleh karena itu ditambahkan koreksi dan menjadi faktor bahan dan kecepatan :

$$C = \alpha \frac{a}{a + v} \cdot \frac{\sigma_b}{14,3}$$



V adalah kecepatan keliling titik pada lingkaran kisar.

$$\frac{D}{2} = 2 \pi n \frac{D}{2} = \pi n D$$

$$V \text{ m/s} = \omega \cdot R = \omega \cdot \frac{D}{2}$$

Harga α dan a, lihat tabel 5.2 dan 5.3

Tabel 2.

Macam Tabel	α
Beban besar dengan tumbukan	0,6
Beban normal kontinyu	0,8
Beban normal tidak kontinyu	1
Beban ringan	1,2
Diputar tangan	1,5

Tabel 3.

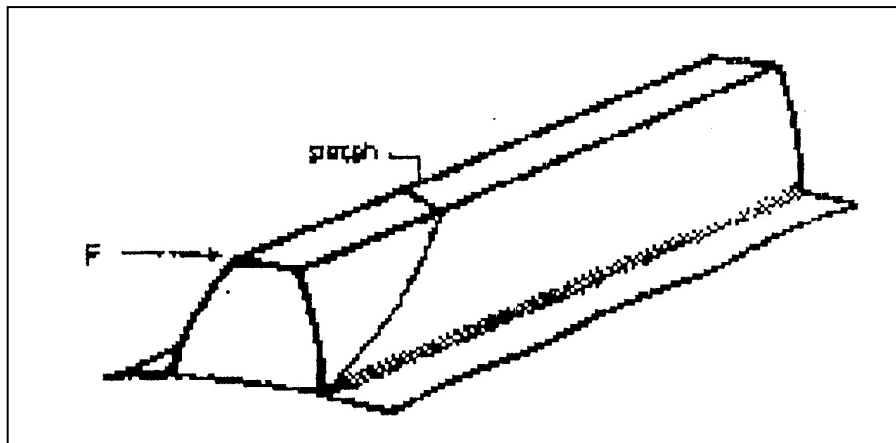
Macam kualitas pengerjaan	a
Gigi dicor kasar	1,5
Gigi difris atau di "hobbing"	3
Gigi dikerjakan halus atau dari bahan buatan	10



Tabel 4. Bahan roda gigi

BAHAN	σ_b ($\frac{N}{mm^2}$)	$\frac{\sigma_b}{14,3}$
GG 195	40	2,8
GG 245	50	3,5
GG 510	90	6,3
Fe 490	100	7,0
Fe 590	120	8,4
Fe 690	140	10,0
G CuSn 12	70	5,0
Akulon		3,0

Tebal gigi b harus diambil tidak terlalu besar. Bila tebal gigi terlalu besar, terjadi kemungkinan, profil gigi tidak bersinggungan pada seluruh tebal, dan bila ini terjadi, dapat menyebabkan patah pada ujung gigi (gb. 10). Roda gigi yang dikerjakan halus dapat diambil lebih lebar dari pada roda gigi dengan profil kasar, juga ketelitian letak bantalan sangat menentukan.



Gambar 10.



Soal:

Apa fungsi roda gigi:

- Lurus
- Helix
- Cacing
- Rack
- Payung

2. Jika roda gigi 1 punya jumlah 30, dan gigi 2 punya jumlah 45, berapa rasio perputarannya.



BAB IV

PULLEY

Pulley merupakan tempat bagi ban mesin/sabuk atau belt untuk berputar. Sabuk atau ban mesin dipergunakan untuk mentransmisikan daya dari poros yang sejajar. Jarak antara kedua poros tersebut cukup panjang, dan ukuran ban mesin yang dipergunakan dalam sistem transmisi sabuk ini tergantung dari jenis ban sendiri.

Sabuk/Ban mesin selalu dipergunakan dengan komponen pasangan yaitu puli. Dalam transmisi ban mesin ada dua puli yang digunakan yaitu

Puli penggerak

Puli yang digerakkan

Dasar bekerjanya pada transmisi adalah berdasarkan adanya gesekan saja. Yaitu gesekan dari sabuk atau puli. Sabuk biasanya meneruskan daya dari puli yang dipasang pada motor listrik, motor bakar, generator listrik ke puli pada alat – alat yang di gerakkan oleh motor-motor penggerak tersebut

Macam Ban Mesin

Sabuk Rata

Sabuk rata terbuat dari kulit, kain, plastik, atau campuran (sintetik) Sabuk ini dipasang pada silinder rata dan meneruskan pada poros yang berjarak kurang dari **10 meter perbandingan transmisi dari 1 : 1 sampai 1 : 6**



Sabuk Penampang Bulat

Sabuk ini dipergunakan untuk alat-alat kecil, alat laboratorium yang digerakkan dengan motor kecil jarak antara kedua poros pendek 30 cm maksimum

Sabuk V

Sabuk ini mempunyai penampang trapesium sama kaki bahan terbuat dari karet permukaan diperkuat dengan pitalan lain. Bagian dalam sabuk diberi serat polister jarak antara kedua poros dapat mencapai 5 meter dengan perbandingan putaran 1 – 1 sampai 7 : 1

Kecepatan putara antara 10 sampai 20 m/detik Daya yang ditransmisikan dapat mencapai 100 Hp

Sabuk Gilir

Merupakan penemuan baru dalam hal transmisi sabuk. Sabuk ini dapat meniadakan kekurangan pada transmisi sabuk yaitu ketepatan perbandingan putaran seperti pada roda gigi. Penggunaan pada mesin jahit, foto copy, computer

Pemilihan sabuk V

Beberapa tipe dalam pemilihan sabuk V antara lain

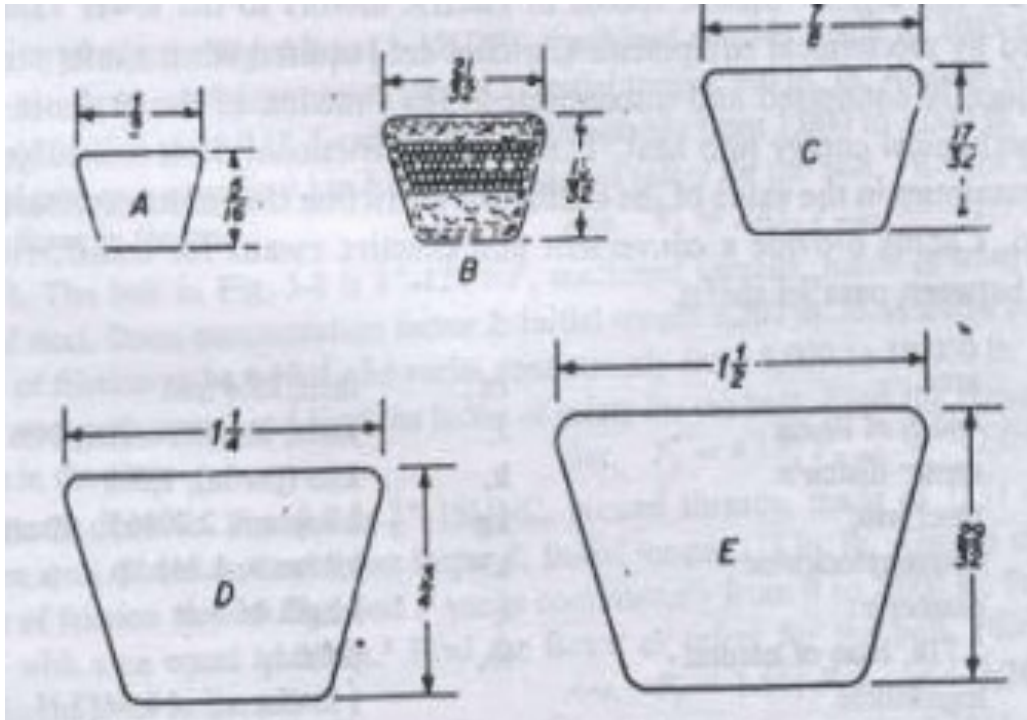
Tipe A sabuk dengan lebar 13 x 9

Tipe B sabuk dengan lebar 17 x 11

Tipe C sabuk dengan lebar 22 x 14

Tipe D sabuk dengan lebar 32 x 19

Tipe E sabuk dengan lebar 38 x 25



Cross Section							
A	B	C	A	B	C	D	E
27.3			97.3		98.9		
32.3				98.8			
36.3	35.8		106.3	106.8	107.9		
39.3	39.8		113.3	113.8	114.9		
43.3	43.8		121.3	121.8	122.9	123.3	
47.3	47.8		129.3	129.8	130.9	131.3	
52.3	52.8	53.9		145.8	146.9	147.3	
56.3	56.8			159.8	160.9	161.3	
61.3	61.8	62.9		174.8	175.9	176.3	
69.3	69.8	70.9		181.8	182.9	183.3	184.5
76.3	76.8	77.5		196.8	197.9	198.3	199.5
81.3				211.8	212.9	213.3	214.5
	82.8	82.9		240.3	240.9	240.8	241.0
86.3	86.8	87.0		270.3	270.9	270.8	271.0
91.3	91.8	92.9		300.3	300.9	300.8	301.0



Tipe ini hanya berbeda dimensi penampangnya saja

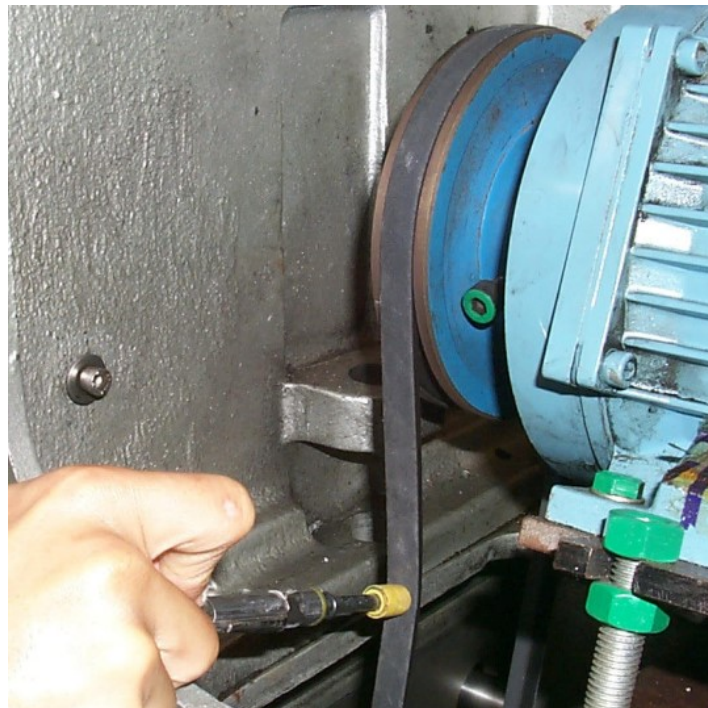
Pemilihan sabuk ini berdasarkan atas daya yang dipindahkan , putaran motor penggerak , jarak poros, pemakaian sabuk

Sabuk V hanya bisa digunakan untuk menghubungkan **poros poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama** . Tranmisi sabuk lebih halus suaranya bila dibanding dengan transmisi roda gigi atau ranyai

Ukuran diameter puli harus tepat , karena kalau terlalu besar akan terjadi slip karena bidang kontaknya lebih lebar/banyak. Kalau terlalu kecil sabuk akan terpelintir atau menderita tekukan tajam waktu sabuk bekerja

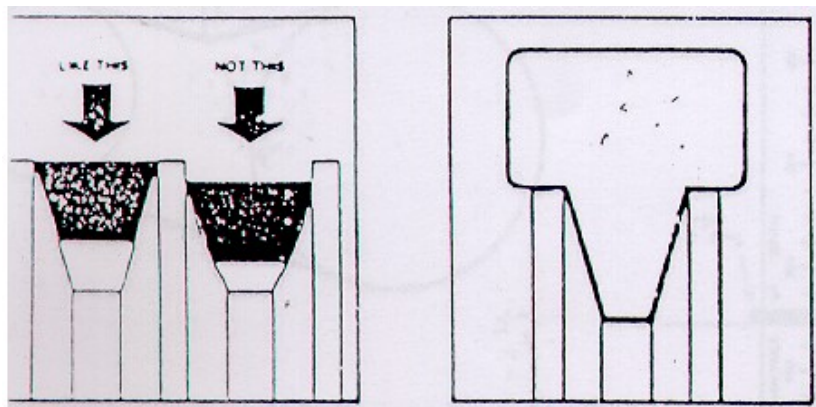
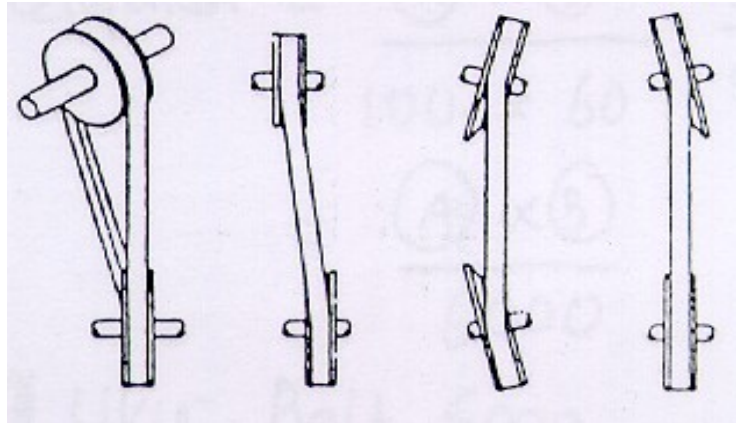
Kalau sabuk sudah terpaasang maka akan terjadi difleksi bagian atas (bagian menarik) Difleksi ini ada harga batasnya . Besar kecilnya tergantung juga oleh tegangan pada sabuk tersebut

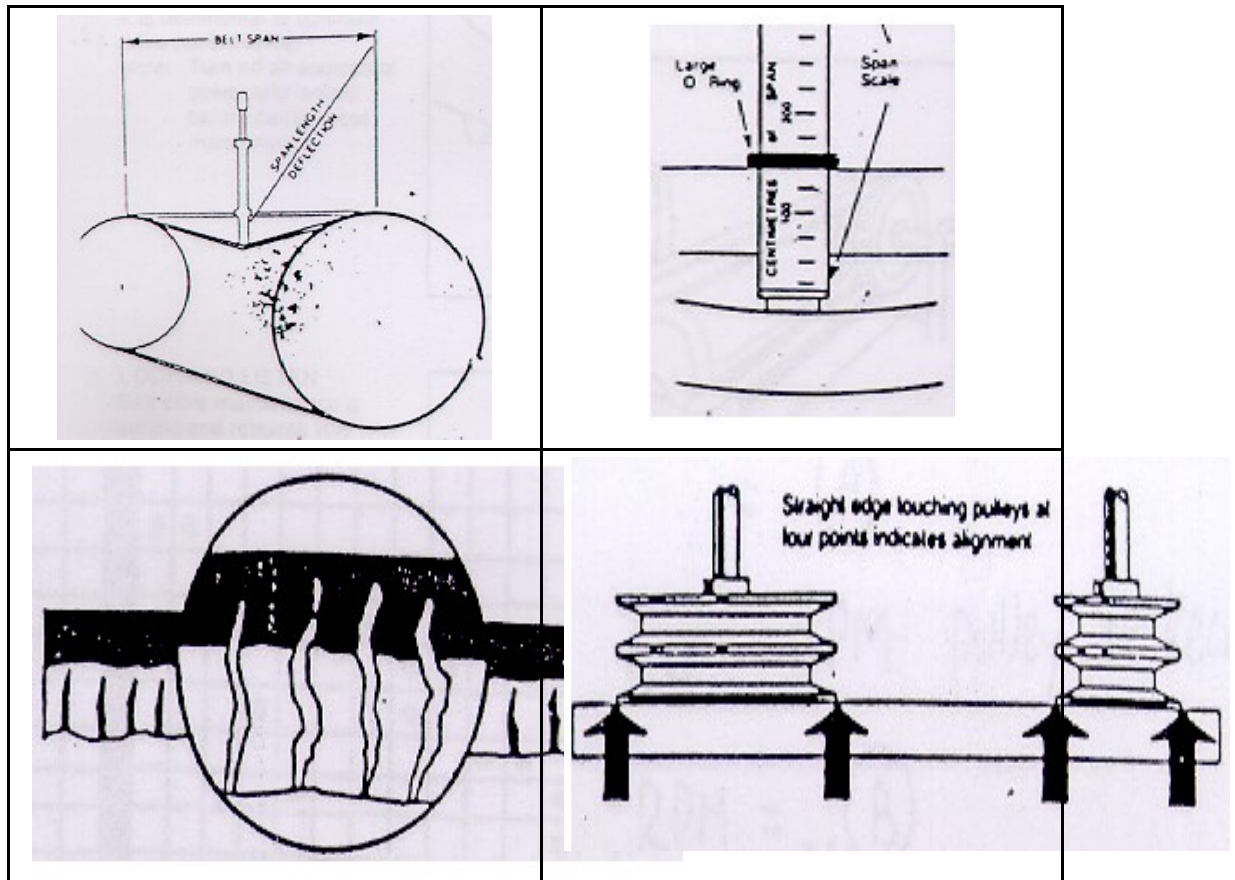
Diflek dianggap normal kalau besarnya 1,6 mm pada setiap 100mm panjang





Kesalahan pemasangan pada Ban/Belt pada pully







PERHITUNGAN SABUK DAN PULI

SABUK DATAR

Pemindahan daya dengan sabuk

Sabuk adalah merupakan salah satu komponen transmisi (pemindahan daya) dalam pemesinan. Bentuk dan ukuran sabuk bervariasi sesuai dengan tujuan kegunaannya.

Selain sebagai pemindah daya atau transmisi, sabuk juga dapat berfungsi sebagai pembalik arah putaran. Untuk putaran yang searah, hubungan sabuk dengan hubungan lurus, sedangkan untuk pemindahan arah putaran, hubungan sabuk dengan di silang.

Pemindahan daya dengan sabuk dapat dibedakan :

- a. Pemindahan daya dengan sabuk datar
- b. Pemindahan daya dengan sabuk V
- c. Pemindahan daya dengan sabuk bergigi

Pemindahan daya dengan tali

Pemindahan daya dengan ban sabuk sendiri, dilihat dari arah putaran dari poros penggerak dan poros yang digerakkan dapat dibagi menjadi :

1. Sabuk terbuka.

Sabuk terbuka tanpa puli penegang.

Sabuk terbuka dengan puli penegang.

Sabuk terbuka yang menggerakkan beberapa poros.

2. Sabuk silang.

Sabuk silang

Sabuk silang tegak lurus :

tanpa puli penghantar

dengan puli penghantar

Keuntungan pemindahan daya dengan sabuk dibandingkan dengan transmisi lain.

Dapat terjadi slip pada beban lebih (over load), sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat transmisi, poros dan bantalan.

Dapat meredam guncangan dan kejutan.

Dapat digunakan untuk memutar poros yang digerakkan dalam dua arah, tanpa mengubah kedudukan motor penggerak (pemindahan dengan sabuk bersilang).

Poros yang digerakkan dapat berkedudukan sembarang terhadap penggerak.

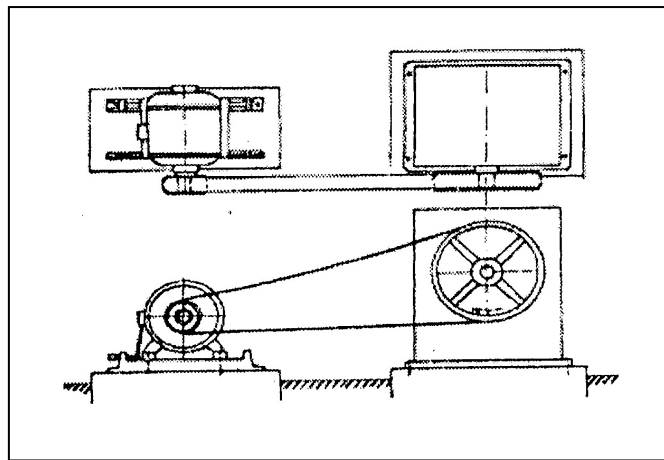


Pemindahan Daya dengan Sabuk Terbuka (Open-belt Drive)

Pemindahan dengan sabuk terbuka dipakai untuk pemindahan daya antara 2 buah poros sejajar atau lebih dan berputar searah. Karena pada sabuk terbuka mudah terjadi slip, maka pemindahan sistem ini dimaksudkan juga untuk pemindahan-pemindahan daya dimana tidak diperlukan perbandingan transmisi secara tepat.

a) Pemindahan daya dengan sabuk terbuka tanpa puli penegang

Pemindahan dengan ban sabuk terbuka tanpa puli penegang, digunakan untuk pemindahan daya puli-puli besar dan perbandingan transmisi tidak terlalu besar.



Gam-

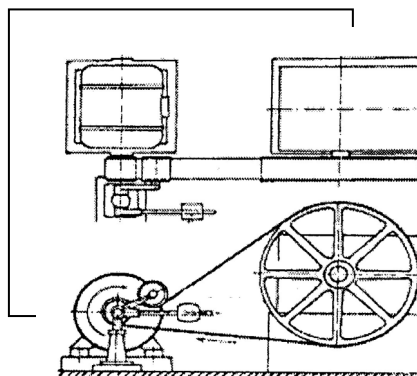
bar 1. Peminda-

han daya dengan sabuk terbuka tanpa puli penegang

Dengan perbandingan transmisi tidak terlalu besar, bidang gesek antara puli dengan sabuk lebih besar (sudut kontak menjadi lebih besar).

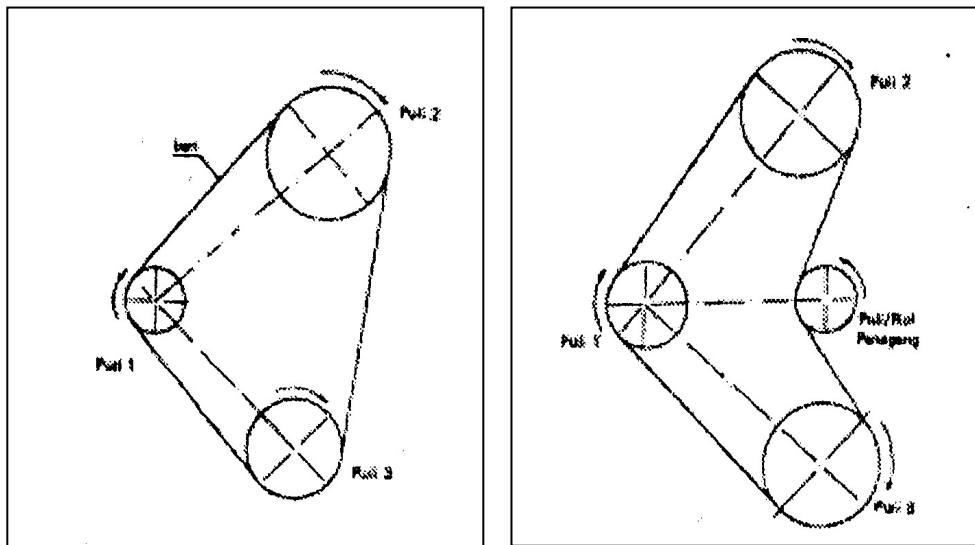
b) Pemindahan daya dengan sabuk terbuka dengan puli penegang

pemindahan daya dengan sabuk terbuka dengan puli penegang, digunakan jika perbandingan transmisi besar dan jarak poros dekat (bidang singgung antara ban dengan puli kecil, karena puli penggerak kecil) atau jika diperlukan tegangan ban yang lebih besar.



Gambar 2. Pemindahan daya

sabuk terbuka dengan



a. Tanpa puli penegang

b. Dengan puli penegang

Gambar 3. Pemindahan daya antara beberapa poros

c) *Pemindahan daya dengan ban sabuk untuk beberapa poros, dengan/tanpa puli penegang*

Pemindahan daya dengan sabuk terbuka antara beberapa poros, digunakan jika diperlukan pemindahan daya dari satu poros penggerak kepada lebih dari satu poros yang digerakkan. Semua poros dipasang sejajar dan berputar searah. Puli penegang diperlukan jika dikehendaki bidang gesek antara sabuk dengan puli lebih besar, perbandingan transmisi lebih besar atau untuk menambah tegangan pada sabuk.

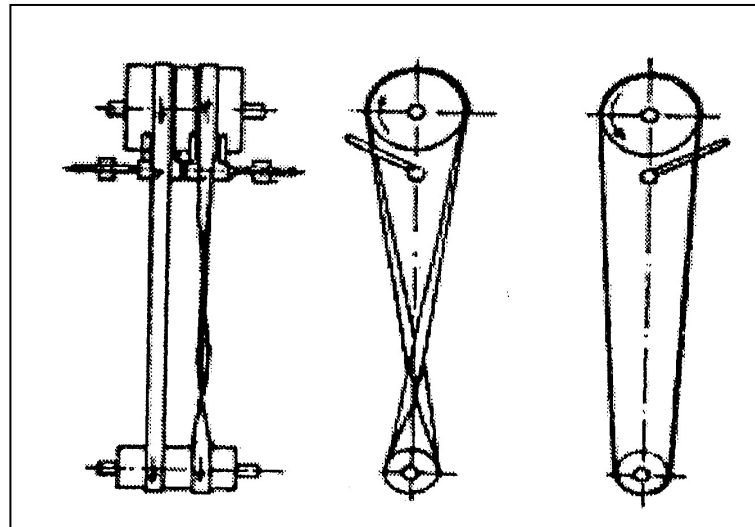
Pemindahan Daya dengan Sabuk Silang

Pemindahan daya dengan sabuk silang digunakan untuk poros-poros sejajar yang berputar berlawanan arah.

Pada bagian persilangan terjadi gesekan dan getaran antar bagian ban yang berjalan dengan arah yang berlawanan.

Untuk mengurangi getaran yang terlalu besar, kedua poros ditempatkan pada jarak A maksimum (jarak A minimum $\geq 20b$, dimana b = lebar ban) dan berputar dengan kecepatan rendah ($v \approx 15$ m/s).

Slip pada sabuk silang lebih kecil, dibandingkan dengan pada sabuk terbuka, karena bidang singgung dengan puli lebih besar.

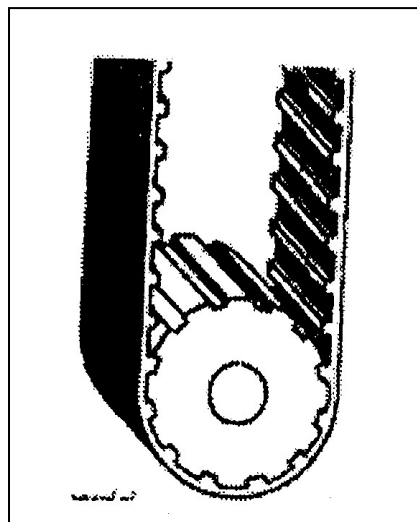


Gambar 4.

Pemin-

dahan daya dengan sabuk silang

Pemindahan dengan Ban Sabuk Bergigi



Gambar 5. Ban sabuk

bergigi

Kekurangan ban sabuk bergigi ini hanyalah kecenderungan gigi dari ban keluar dari salurannya pada puli, jika ban kurang tegang. Pemindahan dengan ban bergigi banyak digunakan pada mesin-mesin kayu portable, mesin jahit dan pada banyak jenis mesin lainnya.

DASAR-DASAR PERHITUNGAN PEMINDAHAN DAYA DENGAN SABUK

Kalau tidak terjadi slip antara ban dan puli, kecepatan keliling kedua puli sama :

$$v = \pi D_1 \cdot n_1 = \pi D_2 \cdot n_2 \quad (1)$$

v = kecepatan keliling kedua puli

D₁ = diameter puli penggerak

D₂ = diameter puli yang digerakkan



n_1 = putaran puli penggerak

n_2 = putaran puli yang digerakkan

Dari rumus diatas dapat dihasilkan persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$D_1 \cdot n_1 = D_2 \cdot n_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

atau : (2)

Perbandingan transmisi

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (3)$$

Jika daya yang dipindahkan P, maka momen puntir yang terjadi :

Pada puli penggerak :

$$T_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{n_1} \quad (4)$$

n_1 = putaran puli penggerak

P = daya motor

Gaya keliling pada puli penggerak :

$$F_1 = \frac{T_1}{r_1} \quad (5)$$

$$r_1 = \frac{D_1}{2}$$

Pada puli yang digerakkan jika tidak ada kehilangan daya :

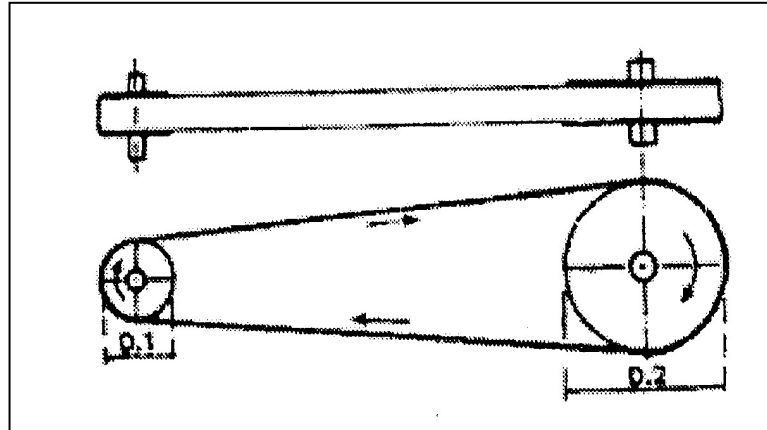
$$T_2 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{n_2} \quad (6)$$

n_2 = putaran puli yang digerakkan/detik

Gaya keliling pada puli yang digerakkan :

$$F_2 = \frac{T_2}{r_2} \quad (7)$$

$$r_2 = \frac{D_2}{2}$$



Gambar

6. Sudut

kontak dan sabuk terbuka tanpa puli penegang

Sudut kontak ----- θ_1 terkecil pada puli terkecil (gambar 6) :

$$\theta_1 = \pi - 2\alpha = \pi - \frac{D_2 - D_1}{A} \text{ radian.}$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2\alpha = 180^\circ - 2 \arcsin \frac{D_2 - D_1}{2A} \quad (8)$$

A = jarak dua poros

Panjang sabuk yang diperlukan, dihitung dengan rumus :

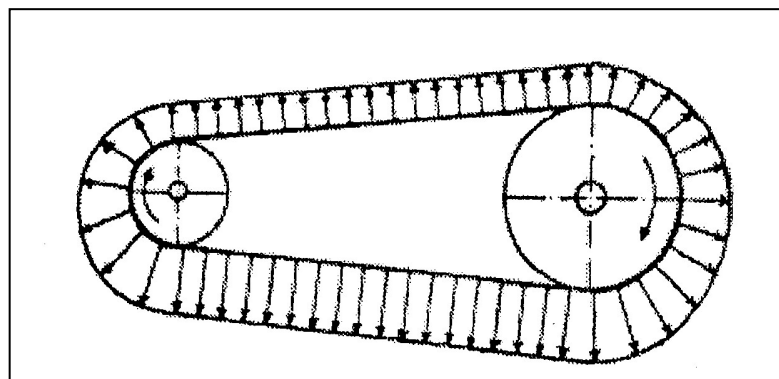
$$L = \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + 2A + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A} \quad (9)$$

D_1 ; D_2 dan A dalam

Rumus-rumus pendekatan untuk sudut kontak θ_1 dan panjang ban L dari empat macam sistem pemindahan dengan ban, diberikan pada tabel 1.

Pada pemindahan dengan ban sabuk terbuka, biasanya ban sebelah bawah ialah bagian yang mendapat tarikan lebih besar dan bagian sebelah atas bagian yang kendur.

Grafik tegangan yang terjadi sepanjang ban diperlihatkan pada gambar 7.



Gam-
Graf-

bar 7.
ik te-

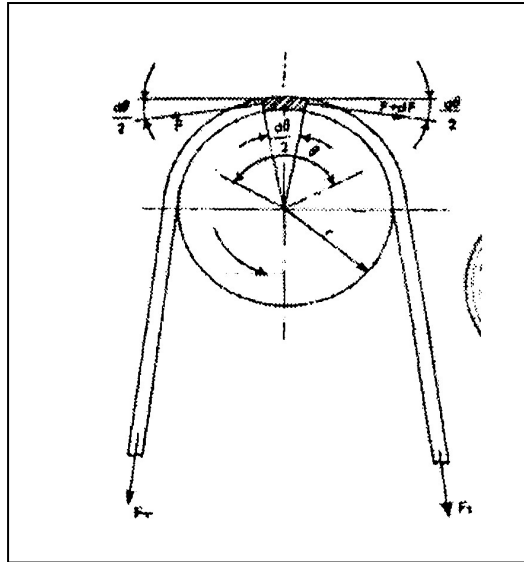
gang sabuk terbuka tanpa puli penegang



Perhitungan Kekuatan Ban Sabuk

Untuk menghitung kekuatan sabuk; harus dihitung gaya-gaya tegang yang bekerja pada sabuk.

Pada bagian penampang sabuk (gambar 8), bekerja gaya-gaya sebagai berikut :

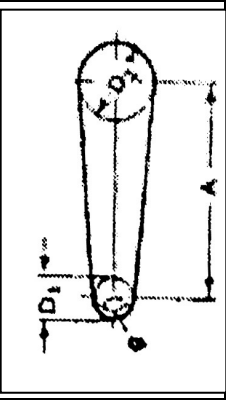
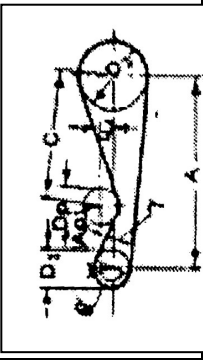
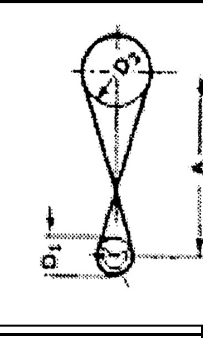
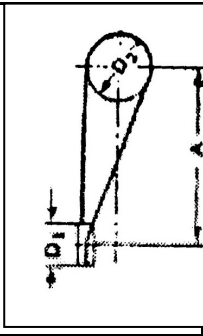


Gambar 8. Gaya-gaya tegangan pada sabuk

- F_T = gaya tarik pada bagian sabuk yang tegang (gaya sentrifugal diabaikan)
- F_t = gaya tarik pada bagian sabuk yang kendur (gaya sentrifugal diabaikan)
- f = koefisien gesek sabuk dengan puli
- b = lebar sabuk
- t = tebal sabuk
- w = berat sabuk/mm³
- θ = sudut kontak
- v = kecepatan keliling sabuk
- g = gravitasi bumi 9,81 m/s²



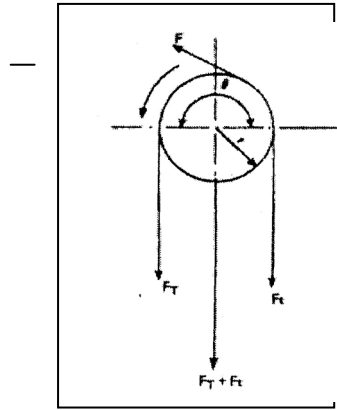
Tabel : I Sudut kontak dan panjang pada pemindahan daya ban sabuk

<p>Gambar Pasangan</p>	<p>Sistem pembuka tanpa rol penegang.</p> 	<p>Sistem terbuka dengan rol (puli) penegang.</p> 	<p>Sistem ban bersilang.</p> 	<p>Sistem ban bersilang tegak lurus.</p> 
<p>Sudut kontak terkecil antara ban dengan puli</p>	$\theta_1 \approx 180^\circ - \frac{(D_2 - D_1)}{A} 60^\circ$	$\theta \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{2A} 60^\circ$ $\frac{(D_1 + D_p - 2E)}{2Ap}$	$\theta \approx 180^\circ + \frac{(D_2 + D_3)}{A} 60^\circ$	$\theta \approx 180^\circ + \frac{D_1 - 60^\circ}{A}$
<p>Panjang ban tanpa memperhitungkan kekendoran</p>	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A}$	$L = (A)$		



Berdasarkan kesetimbangan gaya-gaya dan penurunan matematik diluar jangkauan, didapat persamaan sebagai berikut :

$$F_T = F_1 \theta^{e_0} \quad (11)$$



Gambar 9.

$F_T + F_t$ = gaya tekan pada poros

e = bilangan logaritma napir = 2,7183

$\theta = \theta_1$ sudut kontak terkecil pada puli penggerak

Untuk memudahkan, dalam praktek dianggap sudut kontak kecil

$$\theta_1 = 180^\circ$$

dan $e^{\theta_0} = 2$,

sehingga $F_T = 2F_t$

Dengan demikian pada bagian ban yang kendur bekerja gaya tarik $F_t = F$ dan pada bagian yang tegang mendapat gaya tarik $F_T = 2F$

Gaya tegang terbesar F_T pada ban harus diperiksa apakah cukup kuat ditahan oleh penampang melintang bahan ban dengan tebal t dan lebar b .

Jadi $F_T \leq A \cdot \sigma_t = (b \cdot t) \sigma_t \quad (12)$

σ_t = tegangan tarik yang diijinkan dari bahan ban

A = luas penampang melintang ban = $b \cdot t$

Umumnya $\sigma_t = 25 \div 40 \text{ (N / mm}^2\text{)}$

Harga σ_t untuk beberapa jenis bahan sabuk dapat dilihat pada tabel II.

Jika harga per mm lebar sabuk = p , lebar ban = b dan gaya tarik efektif (gaya tarik yang menyebabkan pemindahan gaya P) = F , maka :

$$F = b \cdot p \quad (13)$$

p = gaya per mm lebar sabuk

b = lebar sabuk



Daya P = F.v v = kecepatan keliling ban m/s

$$\text{Atau } F = \frac{P}{v} \text{ dan } b = \frac{P}{v \cdot p} \quad (14)$$

Tabel II memperlihatkan harga p sehubungan dengan kecepatan keliling v dan diameter puli. Harga-harga pada tabel diatas ialah untuk sabuk tunggal dengan pemasangan horizontal dan tebal sabuk 5 ÷ 6 mm, tanpa jalinan penguat dalam sabuk. Untuk sabuk yang mempunyai jalinan penguat, harga diatas ditambah 25%, untuk pemasangan vertical ditambah 20%, untuk sabuk ganda 20% dan untuk sabuk yang berjalan lambat dapat ditambah 20 sd. 50 %.

Tabel II : Harga p dalam Newton/lebar sabuk dalam mm

	Diameter puli kecil	Gaya p/mm lebar sabuk yang efektif pada kecepatan keliling sabuk v (m/s)							
		3	5	8	10	15	20	25	30
B a n t u n g g a l	mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm
	100	2	2,5	3	3	3	3	3,5	3,5
	200	3	4	4,5	5	5,5	6	6	6,5
	300	4	5	5,5	6	6,5	7,5	8	8,5
	400	5	6	6,5	7	8	9	9,5	10
	500	6	7	7,5	8	9	10	10,5	11
	750	8	9	9,5	10	11	12	12,5	13
	1000	9	10	10,5	11	12	13	13,5	14
	1200	9,5	10,5	11	11,5	12,5	13	13,5	14
	1500	10	11	11,5	12	13	13,5	14	14,5
2000	11	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	
B a n g a n d a	300	5	6	6,5	7	8	9	9,5	10
	400	6,5	8	8,5	9	10	11	11,5	12
	500	8	9,5	10	11	12	13	13	13,5
	600	9,5	11	11,5	12	13	15	15,5	16
	750	11	12,5	13	14	15	17,5	18	18,5
	1000	13	15	16	17	19	21	21,5	22
	1500	15	17	18	19	21	23	24,5	26
	2000	17	19	20	21	23	25	26,5	28

Contoh soal :

Motor penggerak dengan daya = 15 kW, memutar puli suatu pesawat dengan kecepatan = 2 putaran/s.

Diameter puli = 600 mm. Faktor eth = 2

Hitunglah gaya tarik pada kedua bagian sabuk.

Penyelesaian.



$$\begin{aligned}
 T_1 &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{n_1} \\
 &= \frac{1}{2,3,14} \cdot \frac{15kW}{2/s} = \frac{1}{2,3,14} \cdot \frac{15000Nm/s}{2s} \\
 &\approx 1200Nm \\
 &\approx 1,2kNm
 \end{aligned}$$

Gaya tarik rata-rata pada ban :

$$F = \frac{T_1}{r_1} = \frac{1,2 kNm}{0,3 m} = 4 kN$$

Karena $e^{\theta} = 2$ $F_T = 2 F_t$

Jadi gaya tarik pada bagian sabuk yang kendur

$$F = F_t = 4 kN$$

Dan pada bagian yang tegang

$$F_T = 2 F_t = 8 kN$$



Lembar Soal Evaluasi

Sebuah sabuk dapat memindahkan daya dari motor penggerak dengan daya 20 kW.

Kecepatan keliling ban $v = 15$ m/s. Sudut kontak $\theta = 120^\circ$

Koefisien gesek $f = 0,2$

Hitunglah gaya tegang pada ban (F_T dan F_i).

Sabuk tunggal memindahkan daya dari motor penggerak sebesar 7,5 kW.

Diameter puli penggerak $D_1 = 300$ mm dan berputar dengan kecepatan $n_1 =$. Berapa lebar ban yang diperlukan.



BAB V

RANTAI

RANTAI DAN SPROKET





RANTAI DAN SPROKET

Rantai berfungsi untuk memindahkan tenaga dari suatu bagian ke bagian lain. Prinsip kerja hampir sama dengan pulley dan ban mesin.

Kelebihan :

Kalau rantai dan sproket tidak aus, tidak terjadi slip.

Dengan daya yang sama, rantai dan gigi bisa lebih kecil dibandingkan dengan pulley dan ban mesin

Rantai tidak rusak karena minyak atau gemuk.

Kekurangan :

Tidak bisa dipakai untuk putaran tinggi karena bunyinya terlalu keras.

Cara menghitung kecepatan putaran dan jumlah gigi.

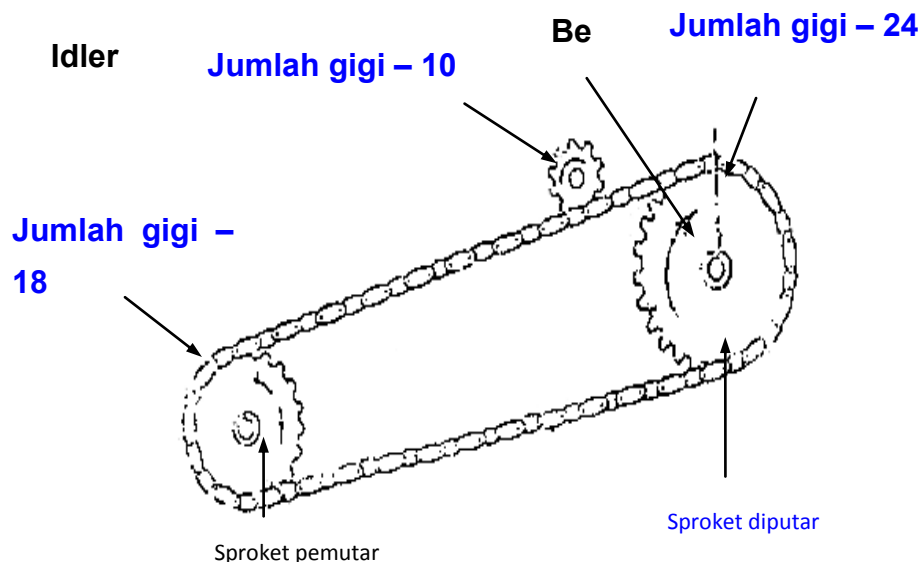




Figure 4-2. Driver & Driven Sprocket

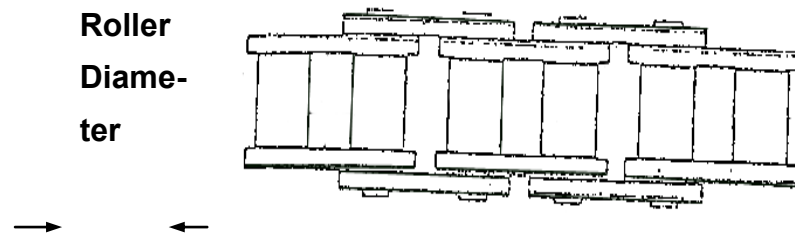
$$\begin{array}{ll} n_1 = 100 \text{ rpm} & n_2 = ? \\ z_1 = 18 \text{ gigi} & z_2 = 24 \text{ gigi} \end{array}$$

$n_1 = 100 \text{ rpm}$ \circ Per menit akan ada $100 \times 18 = 1800$ mata rantai yang melalui setiap titik

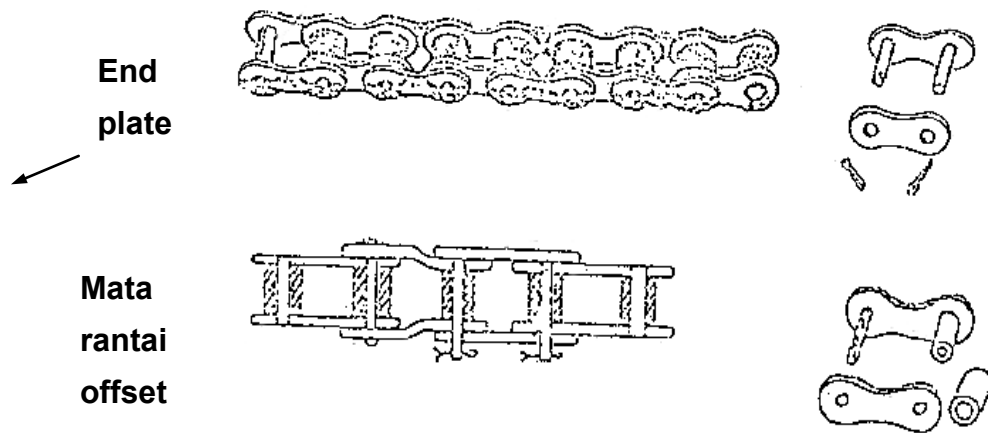
$$\begin{array}{l} z_1 = 18 \text{ gigi} \\ z_2 = 24 \text{ gigi} \\ n_2 = \frac{1800}{24} = 75 \text{ rpm} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} z_3 = 10 \text{ gigi} \\ n_3 = \frac{1800}{10} = 180 \text{ rpm} \end{array}$$

Jenis rantai :



Rantai roll : terdiri dari beberapa set rantai



Measurements of a Chain Roller



Kalau rantai yang mau disambung tanggung di-
pergunakan mata rantai offset



4-5. Connecting Links

untuk beban yang tinggi dipakai rantai ganda yang
mempunyai mata pen 2 kali panjang mata pen rantai
tunggal

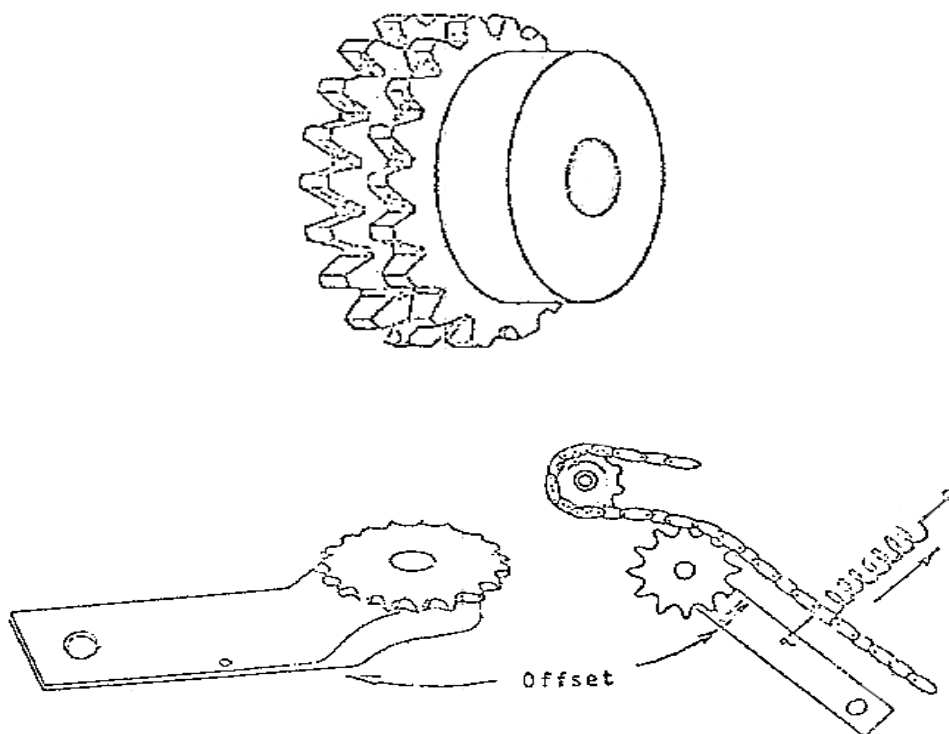


Figure 4-8. Multiple-Stand Chain and Sprocket

**Cara lain untuk menghindari dari kekendoran rantai
dipergunakan penegang rantai**



PEMELIHARAAN

Pelumasan

Untuk rantai-rantai dalam bak pelumas :

Periksa secara teratur permukaan minyak didalamnya

Ganti minyak pelumas tersebut menurut petunjuk yang diberikan pabrik

Pada saat pengurasan bak dicuci bersih

Bersihkan dengan minyak tanah

Isi minyak pelumas baru

Untuk rantai yang tidak direndam

Secara periodik dilumasi, salah satu cara dengan mempergunakan kwas atau sikat yang direndam dalam minyak pelumas.

Untuk mengontrol kurang tidaknya, dengan melihat pada sambungan ada warna coklat atau tidak.



Pembersihan :

Lepaskan rantai

Rendam dalam minyak tanah hingga kotoran lepas

Buang minyak tanahnya

Rendam lagi dalam minyak pelumas

Gantungkan sehingga minyak yang berlebihan habis

Baru pasang kembali rantai

Kerusakan :



Kerusakan terjadi karena adanya keausan pada pen dan bus, sehingga rantai menjadi mulur

Sproket sudah aus

Jika plat rantai yang aus berarti adanya gesekan dengan bagian-bagian lain atau pemasangan tidak lurus.

Perlu diperhatikan :

Sebelum dibuka sambungan, putar sehingga terletak pada sproket, untuk mengurangi tarikan dengan demikian pembukaan sambungan lebih mudah.

Sebelum memotong rantai yang dikeling, kedua penny harus dibuka dahulu, sedemikian rupa sehingga tidak merusak mata rantai.

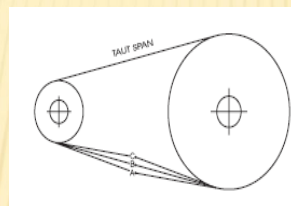
Janganlah menyambung mata rantai baru kedalam rantai yang sudah aus karena setiap kali mata rantai baru bertemu dengan sproket, akan menimbulkan guncangan

Rantai baru janganlah dipakai pada sproket yang sudah aus.

Jangan menyambung potongan rantai tua dengan yang baru, atau mencampur rantai-rantai dari pabrik yang berlainan.



Proper Chain Tension: It should be expected that new chains will elongate slightly more during the first few days of service than in the months of subsequent operation. This is due to the "running-in" of the chain which removes minute imperfections from the surfaces of the pins and bushings. Diamond chains are pre-stressed prior to shipment to remove the majority of this "run-in" but some slight amount should still be expected. Because of this, it is good practice to establish and adjust center distances or idlers for an initially snug-fitting chain. After the initial run-in period, the drive should always be adjusted so that there is some degree of slack in the unloaded section of chain. This slack is very important as it allows the pin/bushing joint to relubricate itself prior to entering the working or loaded portion of the drive.



Dimensions in Inches

Drive Center-Line	Tangent Length Between Sprockets								
	5	10	15	20	30	40	60	80	100
Horizontal to 45	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00
Vertical to 45	0.12	0.25	0.38	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50



BAB VI

POROS

Pengertian Umum : Yang dimaksud sebagai poros adalah batang logam berpenampang lingkaran yang berfungsi untuk memindahkan putaran atau mendukung sesuatu beban dengan atau tanpa meneruskan daya.

Poros ditahan oleh dua atau lebih bantalan poros atau pemegang poros, dan bagian berputar yang mendukung poros : roda daya (Fly Wheel), roda gigi, roda ban, roda gesek dll

Fungsi Poros

Poros pendukung

Poros transmisi

Poros gabungan pendukung dan transmisi



Melihat keadaan poros

- Poros lurus
- Poros engkol
- Poros Fleksibel
- Poros pejal
- Poros berlobang
- Poros bentuk tidak tentu (poros Nok)

Melihat arah gaya

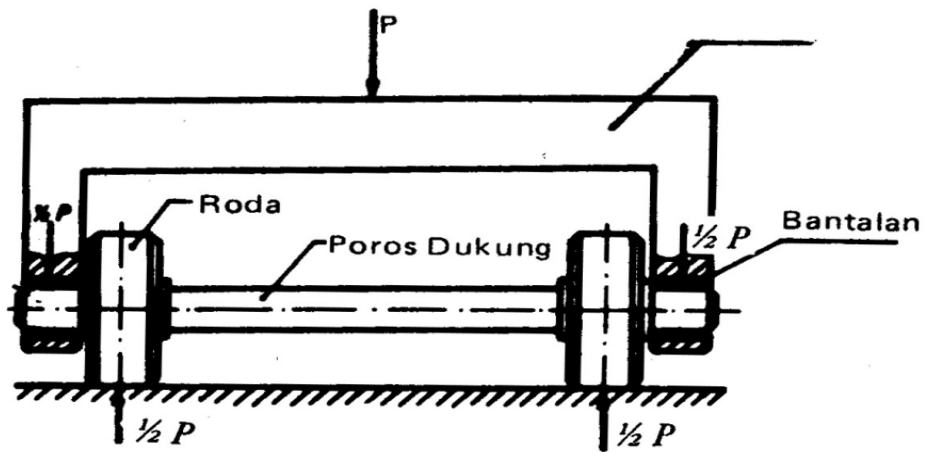
- Poros radial, gaya-gya yang didukung bekerja tegak lurus sumbu poros
 - Poros aksial, gaya-gaya yang bekerja searah dengan sumbu poros
- Poros dengan gaya arah aksial dan radial

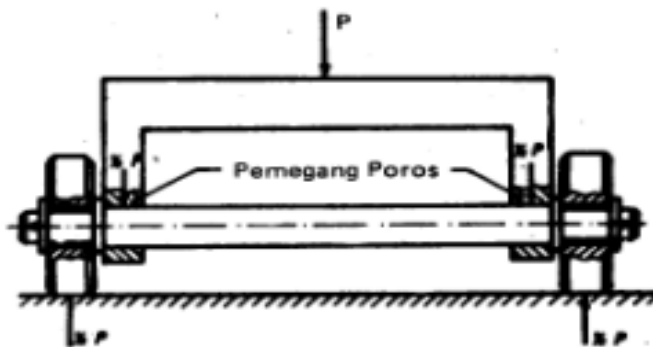
Melihat gerak/putaran



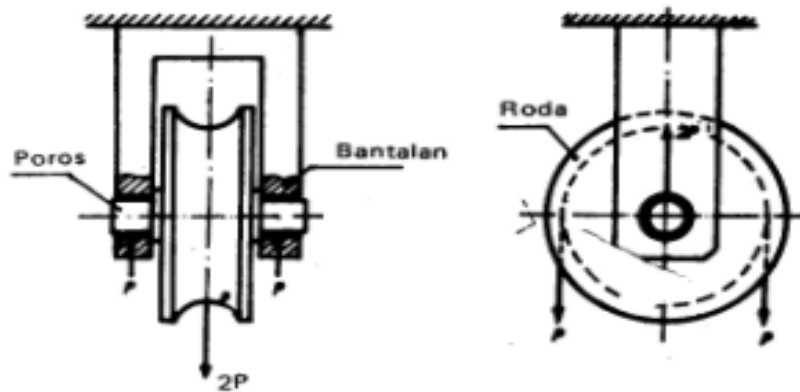
1. Poros diam, poros dipegang oleh pemegang poros, sedangkan roda berputar padanya
Poros berputar (putaran searah , bolak-balik atau putaran sebagian)

POROS DUKUNG

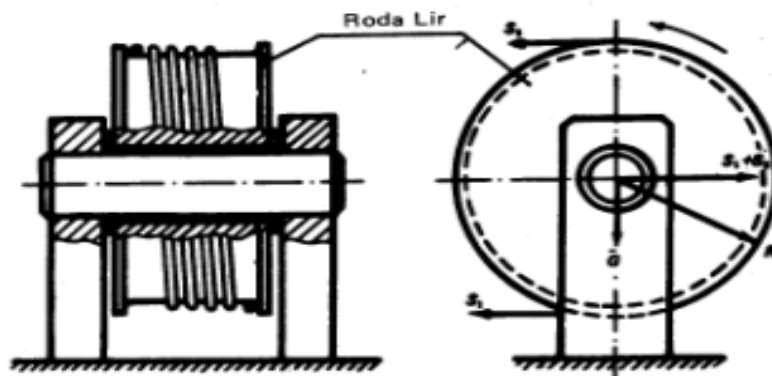




Poros dipegang tetap oleh pemegang poros dan roda berputar pada tap poros.

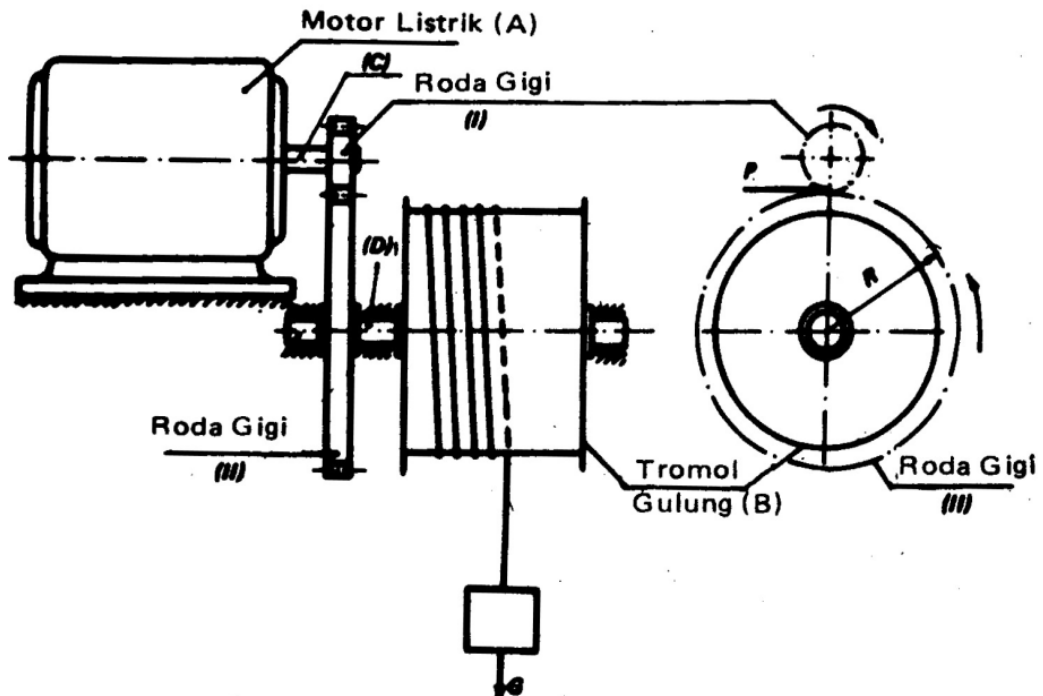


Poros berputar dengan roda takel.
Beban dukung $2P =$ jumlah gaya yang menggantung pada tali takel + berat roda dan poros.

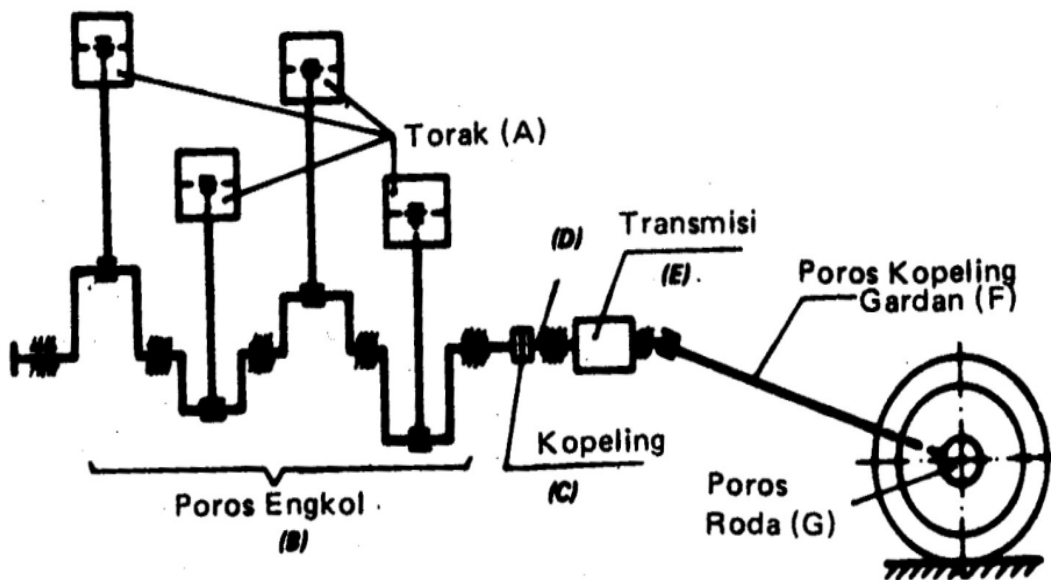


Poros dukung tromol; tromol berputar pada poros.
Beban dukung poros = resultan gaya pada tali + berat tromol dan poros.

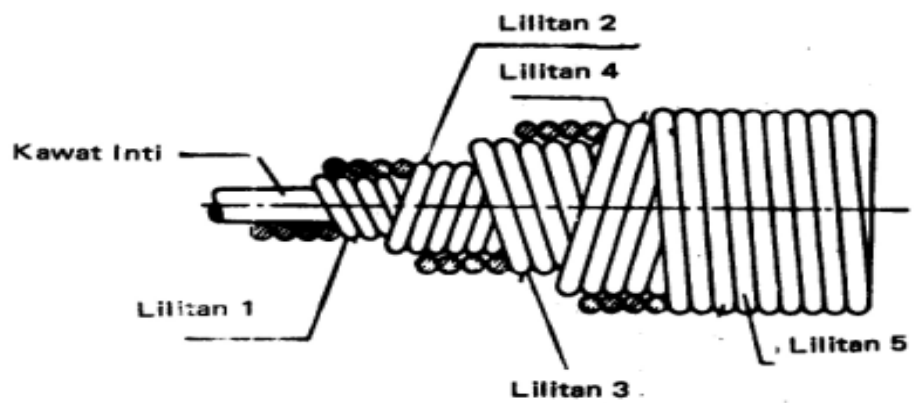
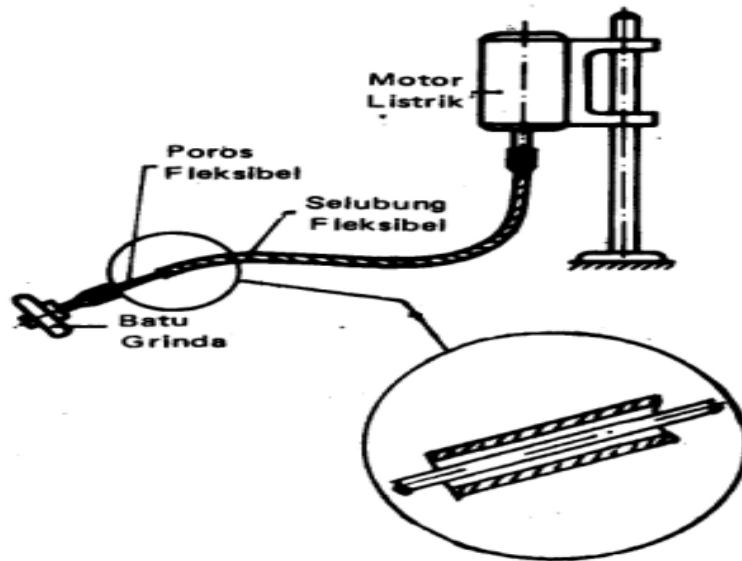
POROS TRANSMISI



POROS TRANSMISI

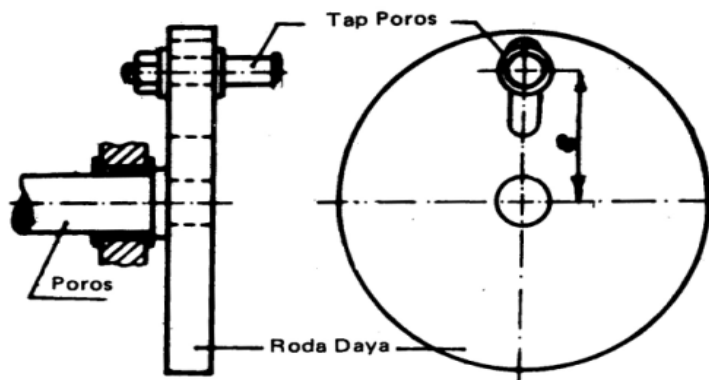
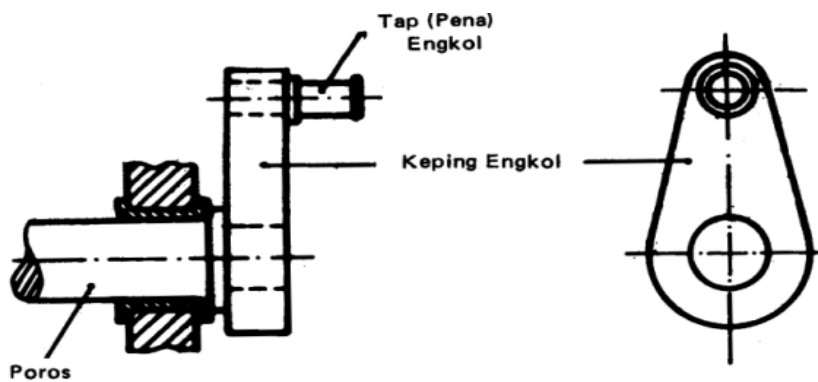
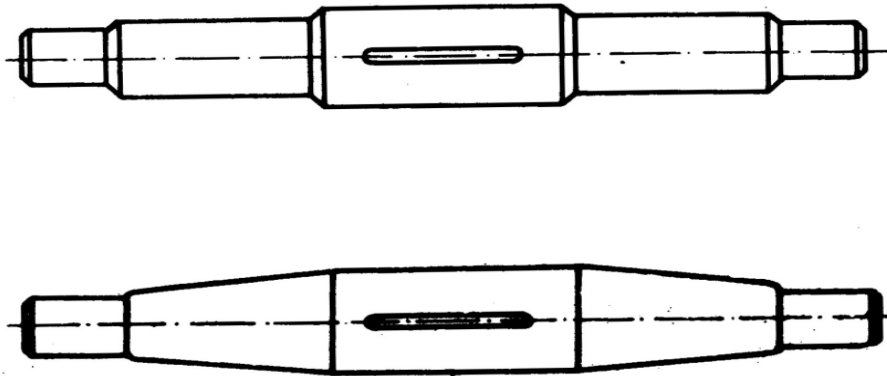


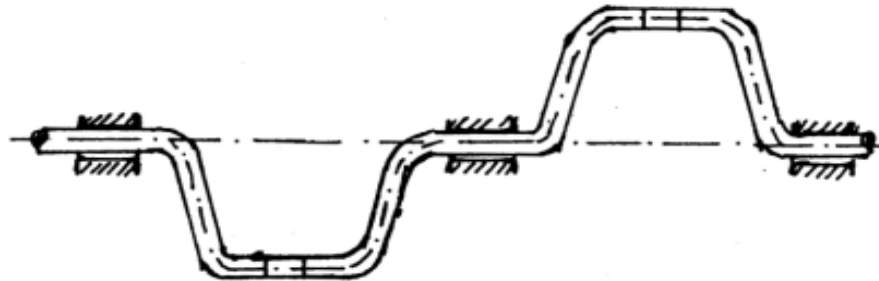
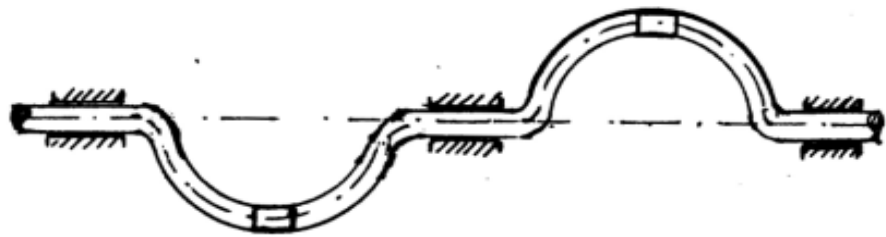
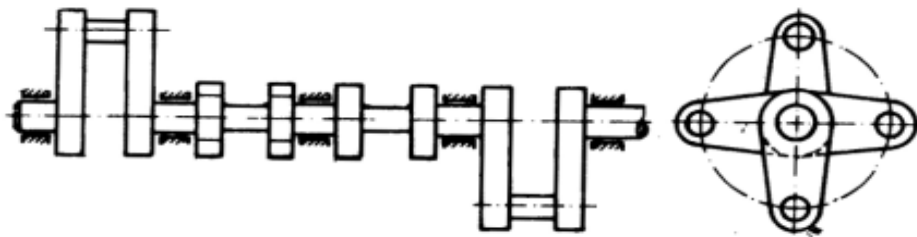
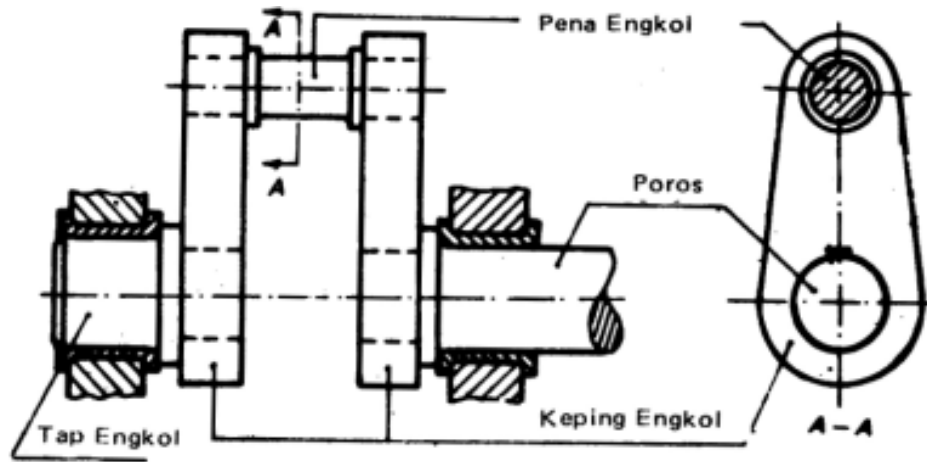
POROS FLEKSIBEL





POROS DUKUNG TRANSMISI







PERHITUNGAN POROS

Poros / Shaft

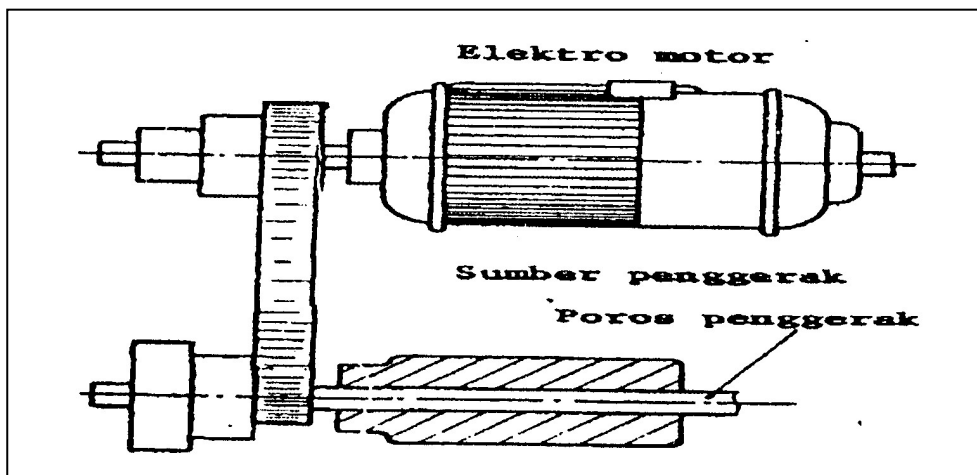
Adalah sebatang benda, umumnya mempunyai penampang silindris dan terbuat dari logam, yang digunakan untuk memindahkan putaran yang bebant.

Poros dan roda diikat dengan kuat dan teguh sehingga akan selalu berputar bersama-sama. Poros tersebut akan mengalami putaran / torsi akibat putaran, dan bengkokan / lengkung akibat dari beban yang diterima.

Poros yang berfungsi semacam ini disebut poros pemindah atau poros penggerak.

Macam-macam Jenis Poros pemindah/Shaft

1. Poros pemindah pejal, paling sering kita jumpai atau bahkan hampir setiap poros umumnya pejal. Tetapi ada juga poros yang ber-rongga (hollow shaft) semacam pipa yang tujuannya meringankan konstruksi berat poros sendiri, walaupun mungkin lebih mahal biayanya.





2. Poros fleksibel :

Poros penggerak fleksibel ini pada waktu bergerak dapat dibengkokkan atau dipasang pada posisi yang sulit dicapai dengan poros penggerak biasa, tetapi “flexible shaft” ini hanya untuk menggerakkan beban atau gaya yang ringan.

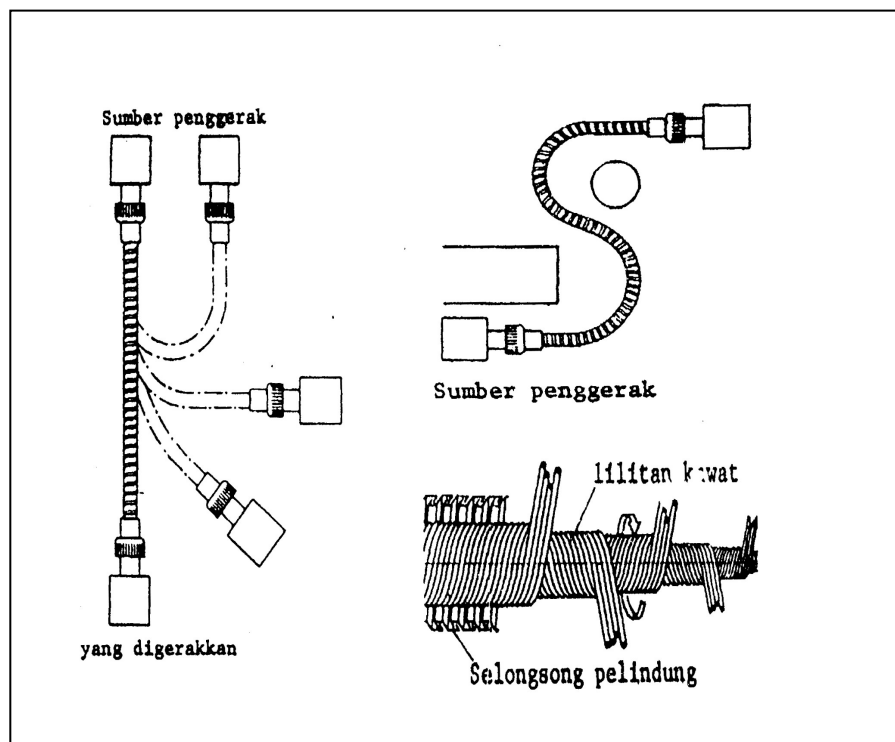
Poros penggerak fleksibel ini dibuat dari kawat pegas yang dililitkan dengan masing-masing lapisan lilitan itu berlawanan arahnya. Kemudian untuk melindungi kawat itu bagian



terluar diselubungi dengan selongsong yang fleksibel pula. Contohnya seperti pada kran minyak pendingin atau dengan selaput karet.

Poros jenis ini yang berdiameter kecil, mampu berputar hingga 20.000 rpm, sedang untuk diameter yang normal kira-kira 3600 rpm.

Pelumasan pada poros jenis ini harus lebih diperhatikan.

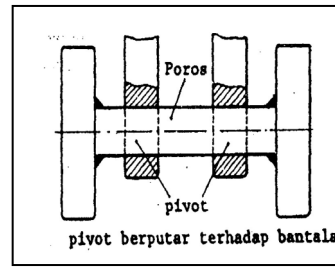
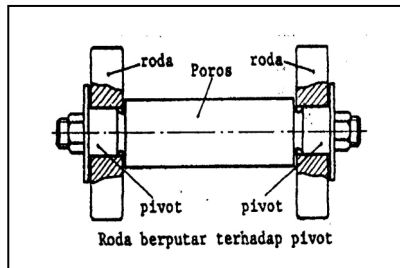


Contoh penggunaan : mesin gerida yang dapat dipindah-pindah, speedometer.

3. Pivot / Leher Poros / Tap :



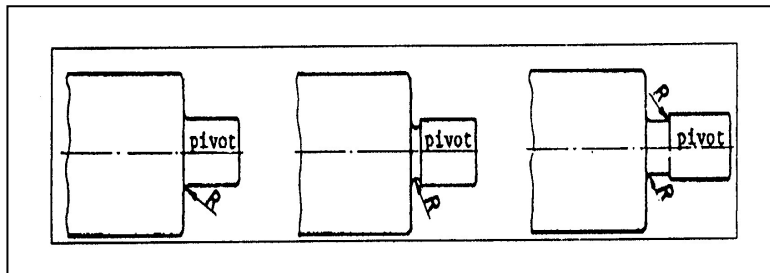
Pivot atau tap adalah bagian dari poros yang menumpu atau yang berhubungan langsung dengan roda, yaitu sumbu putaran roda, atau poros yang berputar pada bantalan lubang roda.



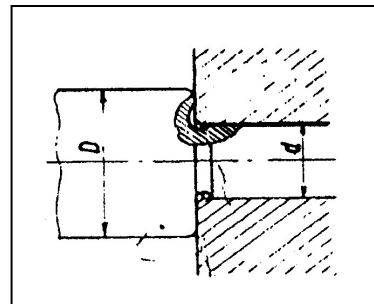
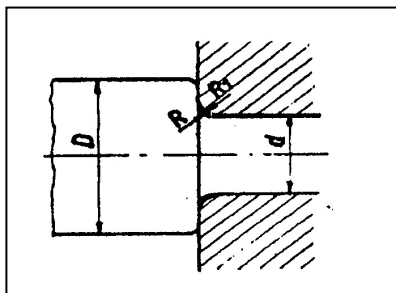
Selain dari kedua contoh diatas, ada juga hubungan perputaran roda pada pivot yang menggunakan perantara/bantalan. Biasanya dibuat dari kuningan atau perunggu.

Radius atau alur / celah pembebas

Setiap ada perbedaan diameter pada suatu poros, dari diameter yang besar ke kecil atau sebaliknya harus diberi radius, yang mungkin radius biasa atau jenis "under cut" (celah pembebas).



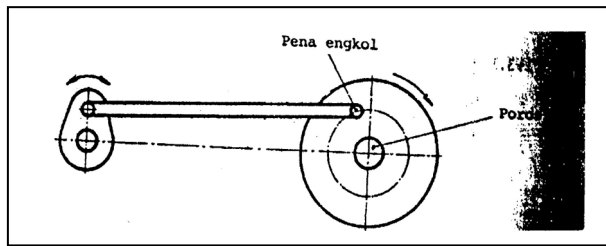
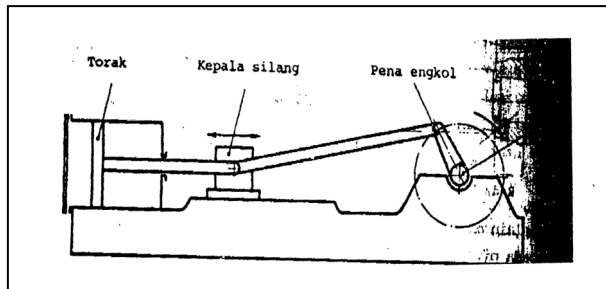
Contoh hubungan undercut/radius dengan pasangannya.



4. Poros Engkol (Crank shaft)



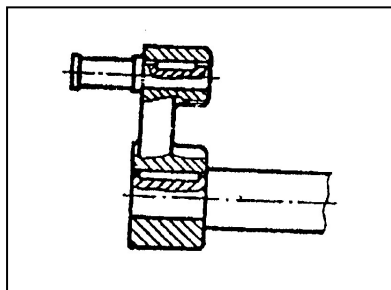
Poros engkol adalah poros penggerak yang eksentrik, yang digunakan untuk mengubah gerak putar menjadi gerak lurus atau sebaliknya, atau gerak putar tidak penuh (periodik).



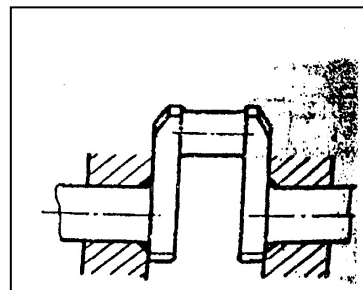
Pada waktu poros itu sedang bekerja akan mengalami tegangan puntir dan bengkok.

Menurut jenisnya pros engkol dibagi :

- Poros engkol tunggal
- Poros engkol majemuk



Pembuatan poros engkol

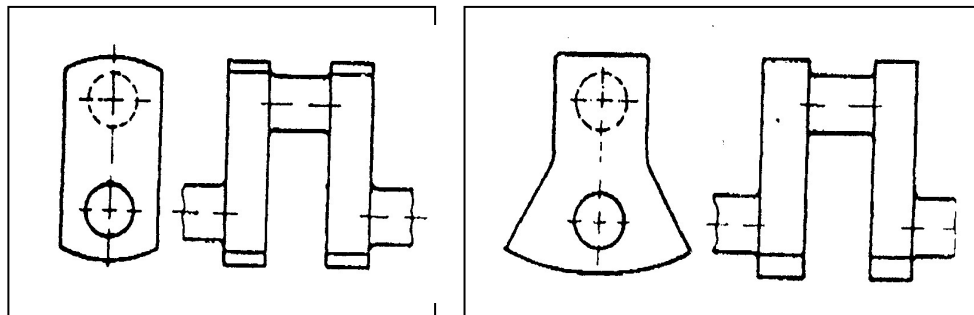


Pada pembuatan poros-poros engkol yang kecil, terdiri dari satu benda yang dibentuk dengan jalan dibubut.



Tetapi untuk poros-poros engkol yang besar-besar dengan jalan dituang karena selain lebih mudah, untuk menghemat pemakaian bahan, dan menghemat biaya pembuatannya.

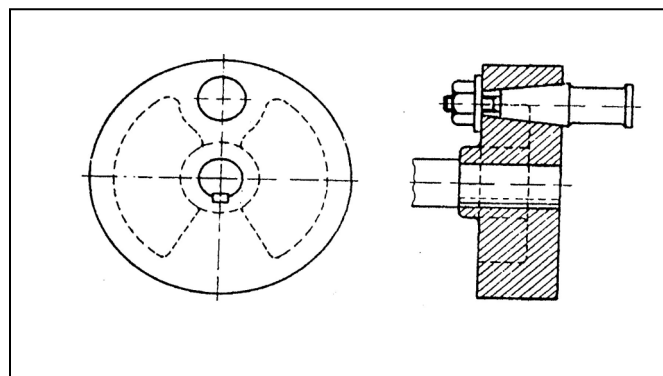
Dan bilamana pembuatan pipi-pipi engkol itu harus diberi bobot, yang digunakan sebagai balansir, akan lebih mudah dengan cara dituang.



Tanpa balansir

Dengan balansir

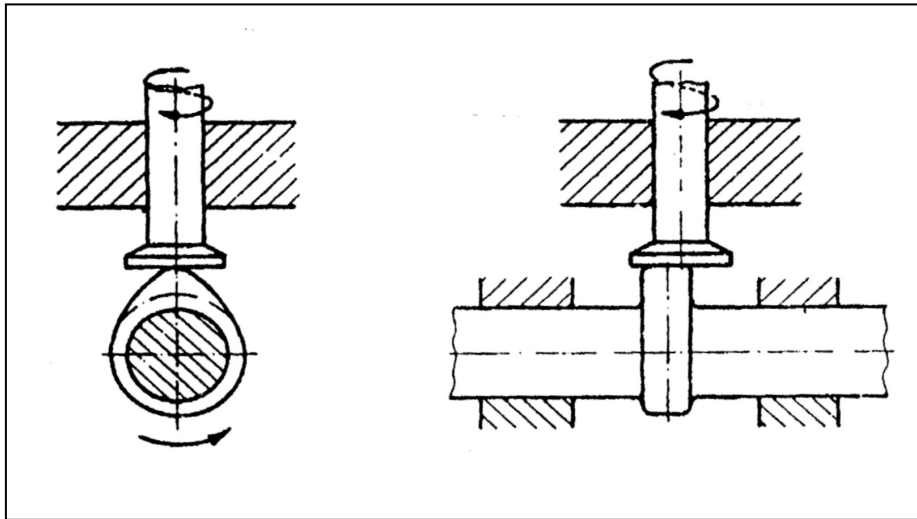
Pembuatan cakera engkol, engkol tunggal dapat terdiri dari dua bagian benda yang dipasang menjadi satu.



Poros Bubungan (Cam/Nok as) :

Sebatang poros, yang mempunyai bagian tertentu yang tidak silinder, yaitu mempunyai hubungan/cam, yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu, misalnya katup.

Karena poros hubungan itu berputar terus, maka katup itu akan selalu bergerak secara periodik.

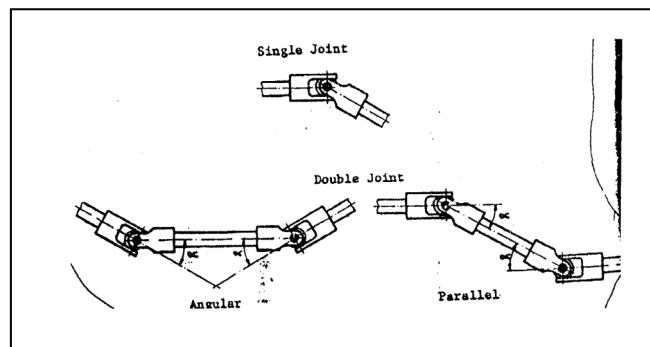


Adalah poros penghubung/pembantu poros penggerak tetapi terdiri dari 2 bagian yang tidak satu sumbu.

Misalnya gerakan putaran yang menyudut, parallel.

Pemindahan putaran menyudut : single joint/ double joint

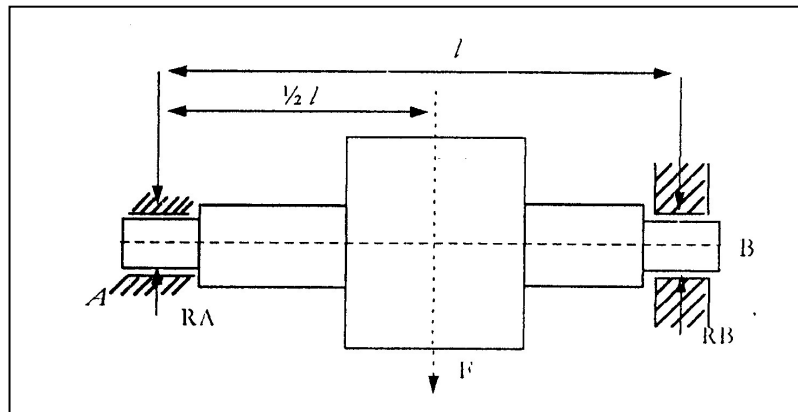
Pemindahan putaran parallel : double joint.



DASAR-DASAR PERHITUNGAN POROS

1. Poros dukung dengan 2 tumpuan :

Perhitungan poros dukung terutama didasarkan pada tekanan permukaan leher poros / tap / privat, tegangan lentur pada penampang normal tap poros yang mendapatkan momen lentur terbesar.



Besar gaya reaksi \$R_A\$ dan \$R_B\$ dihitung berdasarkan keseimbangan momen Σ

$$\Sigma M_A = 0 \text{ dan } \Sigma M_B = 0$$

Jika \$F\$ ditengah-tengah, maka \$R_A = R_B = \frac{1}{2} F\$.

Jika berat poros diperhitungkan, maka :

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} (F + F_p) \quad (\text{kg})$$

\$R_A\$ = Reaksi pada tumpuan A (kg)

\$R_B\$ = Reaksi pada tumpuan B (kg)

\$F\$ = Beban dukung (kg)

\$F_p\$ = Beban poros (kg)

Tekanan bidang pada bantalan :

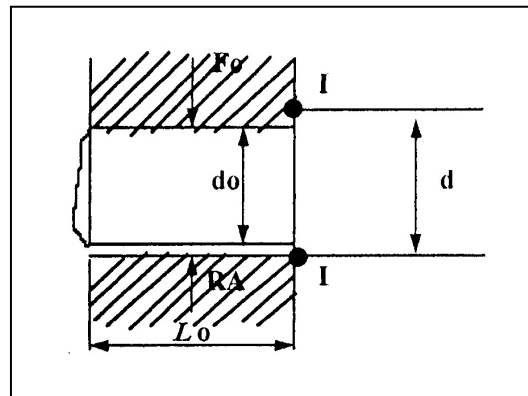
$$F_o = \frac{F_o}{l_o \cdot d_o} \quad \text{RA = RB dan } k =$$

\$F_o\$ = Gaya pada permukaan bantalan kg

\$l_o\$ = Panjang leher poros cm

\$d_o\$ = Diameter leher poros cm

\$k\$ = Tekanan bidang pada leher poros Kg/cm²



2. Tegangan lentur / tegangan bengkok :

Pada penampang I – I

$$\sigma_l = \frac{F_o \cdot L_o}{\frac{\pi}{16} \cdot d_o^3} \quad \text{Kg / cm}^2$$

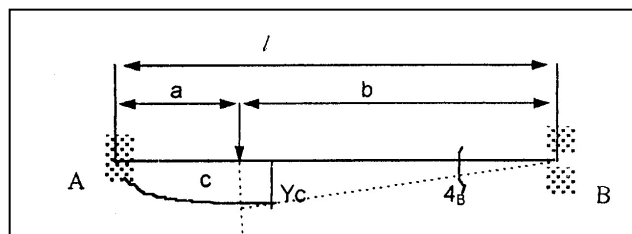
Untuk keamanan tegangan lentur yang diijinkan harus lebih kecil dari tegangan lentur yang terjadi.

$$\bar{\sigma}_l \leq \sigma_l$$

$\bar{\sigma}_l$ = Tegangan lentur pada penampang I.I kg/cm²

σ_l = Tegangan lentur yang diijinkan kg/cm²

Agar jangan terlalu besar lenturan, maka jarak antara leher poros tak boleh terlalu besar / $\leq 100 d$





$$\sum M_A = 0 \rightarrow R_B = \frac{F \cdot a}{b} \text{ kg}$$

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A = \frac{F \cdot b}{a} \text{ kg}$$

Momen lengkung terbesar di titik C

$$M_{Ic} = \frac{F \cdot a \cdot b}{l} \text{ Kg cm}$$

$$\text{Sudut lenturan : } \phi_A = \frac{F \cdot a \cdot b}{6 \cdot E \cdot I} (l + b) \text{ radial}$$

$$\phi_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{6 \cdot E \cdot I} (l + a) \text{ radial}$$

Lenturan titik C

$$\phi_C = \frac{F \cdot a \cdot b}{6 \cdot E \cdot I} (l^2 - a^2 - b^2)$$

E = Modulus elastisitas bahan kg/cm² misalnya E baja = 2,1.106 kg/cm²

I = Momen inersia cm⁴

$$I = \frac{\pi}{64} D_0^4$$

Bahan Poros dan Tap

Poros umumnya dibuat dari baja yang kekuatan puntir dan kekuatan lenturnya cukup tinggi, tahan terhadap beban berubah-ubah dan permukaannya dapat dilicinkan dengan mesin perkakas (gerinda/polis).

Syarat lain yang diperlukan bagi baja tersebut ialah memiliki struktur berbutir homogen, tahan lelah karena getaran dan tidak mudah retak.

Baja karbon yang dihasilkan dari pengerolan panas dan melalui proses penormalan (normalizing) atau pelunakan (annealing) banyak dipakai untuk poros.



Poros yang memerlukan kekuatan dan kekerasan tinggi dibuat dari baja karbon biasa (plain carbon steel) dengan kandungan karbon 0,2 sampai dengan 0,3 %. Baja karbon jenis ini setelah dikerjakan pada mesin perkakas dikeraskan dan ditemper. Baja karbon dapat dikeraskan, jika kadar karbon lebih dari 0,3 %.

Poros yang mendapat beban bolak-balik dan memerlukan kekuatan seperti halnya poros motor-motor, biasanya yang dikeraskan hanya bagian permukaannya, sedangkan bagian dalam tetap dengan sifat-sifat asalnya. Dengan demikian bagian dalam tetap liat, sedangkan bagian luar cukup keras.

Pengerasan bagian permukaan disebut penyemenan yang dapat dilakukan antara lain dengan penyemenan karbon (carbonizing), pelapisan cyanida atau nitrida. Pengerasan permukaan ini umumnya terbatas pada bagian-bagian yang memerlukan kekerasan saja, seperti permukaan leher poros (tap poros).

Poros yang harus tahan terhadap beban berubah-ubah dan beban tumbukan (inpack and shock load), dibuat dari baja paduan dengan sifat-sifat lebih baik dari baja karbon, kemungkinan retak dan terjadinya tegangan sisa (ressidual stress) lebih kecil. Banyak digunakan baja paduan nikelkhrom, baja khrommolibden dan baja khrom nikel molibden.

Pada tahun-tahun belakangan ini ada kecenderungan membuat poros dan tap dari besi cor liat, yaitu besi cor yang diperbaiki sifat-sifatnya. Hal ini mengingat besi cor lebih baik dalam peredaman getaran dibandingkan dengan baja.

Tabel dibawah ini memberikan beberapa data tentang bahan-bahan poros yang dijelaskan diatas.



TABEL : Data-data baja karbon dan baja paduan untuk poros dan tap *)

Jenis menurut Standard AISI	% Karbon (C)	% Mangan (Mn)	% Belerang (S)	% Chromium (Cr)	% Nikel (Ni)	% Molibden (Mo)	Kekuatan tegangan tarik pt (kg/cm ²)	Kekuatan tegangan mulur u (kg/cm ²)	Kekerasan		Main- pu Mesin (%)	Keterangan	
									HBR	RC			
1. Baja Karbon biasa													
C1010	0,80+0,13	0,3 + 0,6	0,05	-	-	-	4080	2320	101	-	55 %	Mampu mesin a % berarti kemampuan dikerjakan pada mesin perkakas = a % dari kemampuan baja Standard (baja X 1112). AISI = American Iron And Steel Institute.	
C1020	0,18+0,23	0,3 + 0,6	0,05	-	-	-	5360	3600	137	-	57 %		
C1035	0,32+0,38	0,6 + 0,9	0,05	-	-	-	7000	4400	179	10	57 %		
C1045	0,43+0,3	0,6 + 0,9	0,05	-	-	-	7900	4800	200	12	51 %		
C1060	0,55+0,65	0,6 + 0,9	0,05	-	-	-	8600	5200	233	20	-		
C1112	0,09+0,13	0,7 + 1,00	0,16 + 0,23	-	-	-	5360	3200	140	6	100 %		
2. Baja potong cepat X 1112													
3. Baja Paduan - Baja Nikel chrom													
A 3115	0,13+0,18	0,4 + 0,6	-	0,55 + 0,73	1,1+1,4	-	6000	4800	151	12	67 %		
A 3140	0,38+0,43	0,7 + 0,9	-	0,55 + 0,75	1,1+1,4	-	8800	6000	223	20	36 %		
- Baja chrom molibden													
A 4119	0,17+0,22	0,7 + 0,9	-	0,4 + 0,6	-	0,2 + 0,3	7280	4160	179	-	-		
A 4140	0,38+0,43	0,75 + 1,0	-	0,8 + 1,1	-	0,15 + 0,25	7200	5040	187	12	61 %		
- Baja Nikel chrom molibden													
A 8620	0,18+0,22	0,7 + 0,9	-	0,4 + 0,6	0,4+0,7	0,15 + 0,25	7280	5120	183	-	-		
A 8640	0,38+0,43	0,75 + 1,0	-	0,4 + 0,6	0,4+0,7	0,15 + 0,25	10080	7120	254	-	55 %		
A 8742	0,4+0,45	0,75 + 1,0	-	0,4 + 0,6	0,4+0,7	0,2 + 0,3	10300	7360	260	-	-		

*) M.F. Sportts, Design of machine Elements, Mazuren Asian Edition, tabel 14-3 dan 14-4 halaman 358 - 459



Poros dengan Bahan Puntir (Poros Transmisi)

Karena daya yang diteruskan oleh pros transmisi menimbulkan puntir pada penampang normal poros terjadi tegangan puntir. Besar momen puntir yang dapat ditahan poros pada batas yang aman, dinyatakan dengan rumus :

$$M_p = W_p \cdot \bar{\sigma}_p \text{ (kg cm)}$$

M_p = momen puntir (kg cm)

W_p = momen tahanan puntir (cm^3)

$\bar{\sigma}_p$ = tegangan puntir yang diizinkan dari bahan poros (kg/cm^2)

Untuk poros pejal :

$$W_p = \frac{I_p}{r} = \frac{\pi}{32} d^4 = \frac{\pi}{16} d^3 \approx 0,2 d^3 (\text{cm}^3)$$

$$\frac{d}{2}$$

d = diameter poros (cm)

Untuk poros bolong :

$$W_p = \frac{\pi}{16} \frac{(d^4 - d_0^4)}{d} \approx 0,2 \frac{(d^4 - d_0^4)}{d} (\text{cm}^3)$$

d = diameter luar poros (cm)

d_0 = diameter lubang poros (cm)

Momen puntir yang bekerja pada poros menyebabkan pula terjadinya sudut puntir. Besar sudut puntir yang terjadi :

$$\varphi_p = \frac{M_p \cdot l}{G \cdot I_p} \text{ (radial) atau}$$

$$\varphi_p = \frac{M_p \cdot l}{G \cdot I_p} \times \frac{180^\circ}{\pi}$$

Untuk poros transmisi sudut puntir yang diizinkan umumnya :

$$\varphi_p \leq \frac{1}{4}^\circ / \text{m panjang poros}$$



Hubungan momen puntir M_p dengan gaya N dan putaran n .

Daya yang diteruskan poros karena momen puntir M_p tiap putaran n :

$$U_1 = M_p 2\pi.n \text{ (kg cm/menit)}$$

n = Jumlah putaran/menit (dalam rpm dan ppm)

$$= \frac{M_p.2\pi.n}{60} \text{ (kg cm/detik)}$$

Jika daya yang diberikan pada poros dinyatakan dengan N tk, karena :

1 Tk = 75 Kg m/detik, maka dalam satuan yang sama dengan U_1 ialah :

$$U_2 = 75 . 100N \text{ (kg cm/detik)}$$

Jika tidak ada kehilangan daya :

$$U_1 = U_2$$

$$M_p = \frac{60.75.100N}{2\pi} \cdot \frac{1}{n} = \frac{450.000}{2\pi} \cdot \frac{N}{n} \text{ (kg cm)}$$

$$\frac{M_p 2\pi}{60} = 75.100 N \text{ atau}$$

$$M_p = 71620 \frac{N}{n} \text{ (kg cm)}$$

Poros dengan Beban Puntir dan Lentur (Poros Dukung transmisi)

Seperti pada rumus tekanan bidang gaya tekan yang diperbolehkan pada tap poros :

$$F_0 \leq k.l_0.d_0 \text{ (kg)}$$

k = tekanan bidang dinamis yang diizinkan (kg/cm^2)



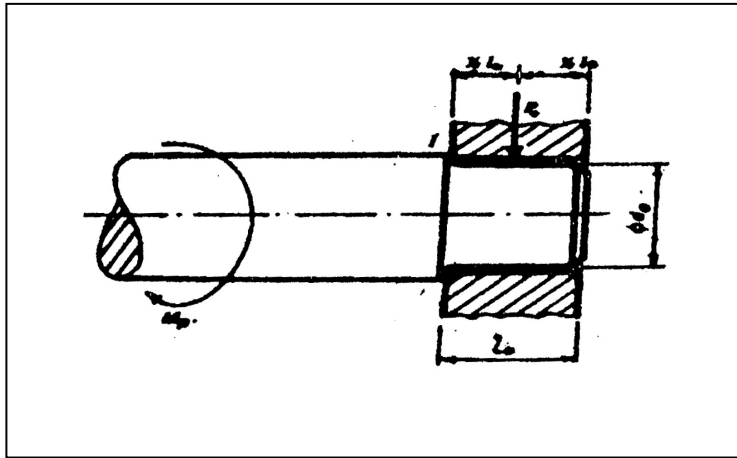
Momen lentur yang terjadi pada penampang I – I

$$M_1 = F \cdot \frac{l_0}{2} = W_1 \quad \tau_1 \approx 0,1 d_0^3 \quad \tau_1 \text{ (kg)}$$

$$F = 0,2 \frac{d_0^3 \cdot 1}{1}$$

$$\text{Maka } \frac{0,2 d_0^3 \cdot \tau_1}{l_0} = k \cdot l_0 \cdot d_0$$

$$\text{atau } \frac{l_0}{d_0} = \sqrt{\frac{0,2 \tau_1}{k}} = \sqrt{\frac{\tau_1}{5k}}$$



Gambar 2.23

Jika poros mendapat gabungan momen puntir dan momen lentur berlaku rumus Huber-Hunkey :

$$M_i \approx M_b = \sqrt{M^2 + \frac{3}{4} T^2} \approx 0,1 d^3 \cdot \tau_1$$

M_i = momen jumlah/momen ideal (kg cm)

d = diameter poros (cm)

τ_1 = tegangan lentur yang diizinkan dari bahan poros (kg/cm²)

Tegangan jumlah/tegangan ideal :

$$\tau_i = \tau_1 = \sqrt{\tau_1^2 + 3 \tau_p^2} \quad (\text{kg / cm}^2)$$

τ_p = tegangan lentur yang diizinkan dari bahan poros (kg/cm²)

Pada perencanaan poros perhitungan dapat dititik beratkan paa momen lentur atau momen puntir yang bekerja tergantung pada konstruksi dan pembebanan pada poros.

Jika M_p dan M_1 telah diketahui dapat digunakan rumus $M_i \approx M_b$ tersebut untuk menghitung momen jumlah.



BAB VI

KOPLING

KOPLING





KOPLING

Kopling menghubungkan dua batang poros atau dua elemen mesin yang berputar satu pada yang lain.

Menurut fungsinya

Menghubungkan poros satu ke poros yang lain
Dapat dihubungkan dan dilepas sewaktu-waktu
Slip bila terjadi beban lebih
Ada yang dapat tersambung bila putaran tinggi

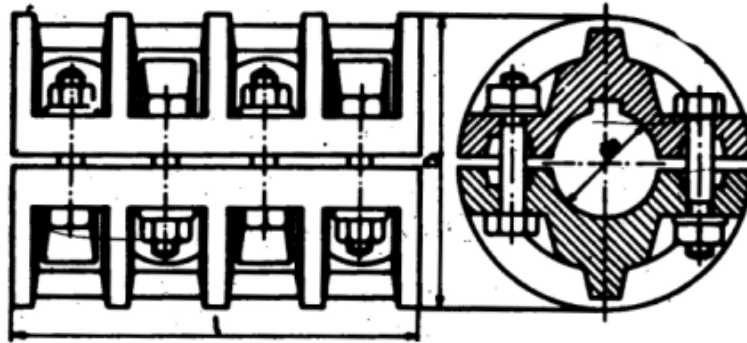
Kopling tetap - menghubungkan pada umumnya dua batang poros secara tetap (hubungan dapat dilepas dengan membuka ikatan kopling)

Kopling ini dipergunakan untuk menghubungkan motor diesel atau turbin dengan generator, sebuah motor listrik dengan pompa, dengan tujuan menghasilkan gerak penerus yang tidak tersentak atau tanpa kejutan dan dapat menghindari getaran . Bahan adalah baja karbon, baja cor, perunggu, kuningan., paduan aluminium, fiber, karet, kulit, kayu keras

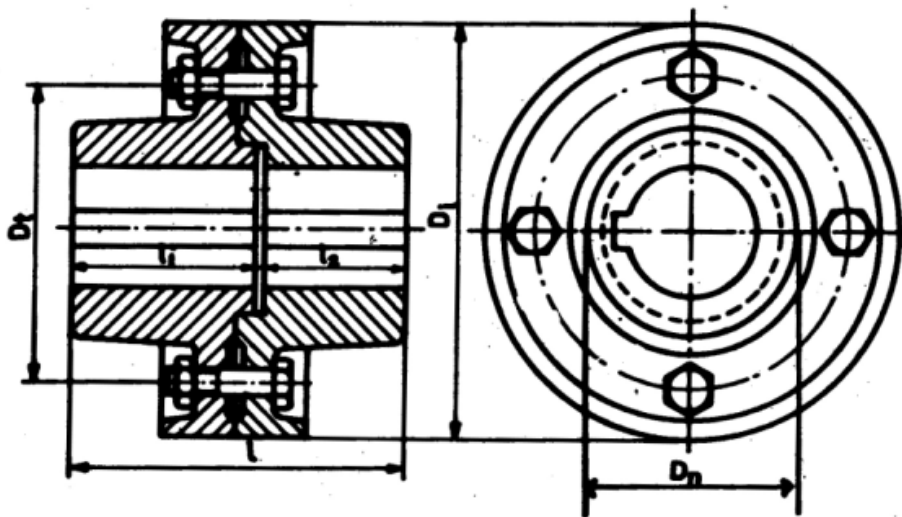
Kopling tidak tetap - dapat dengan mudah menghubungkan dan memutuskan kemabli antara dua batang poros

Kopling ini digunakan untuk memutar kompresor /komponen yang diam oleh poros yang telah berputar secara tenang dan kontinyu

KOPLING JEPIT



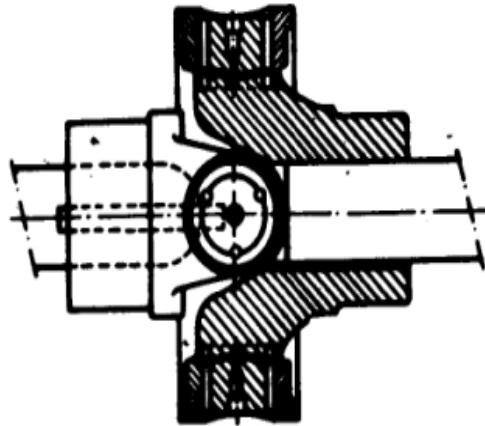
KOPLING FLENS BIASA

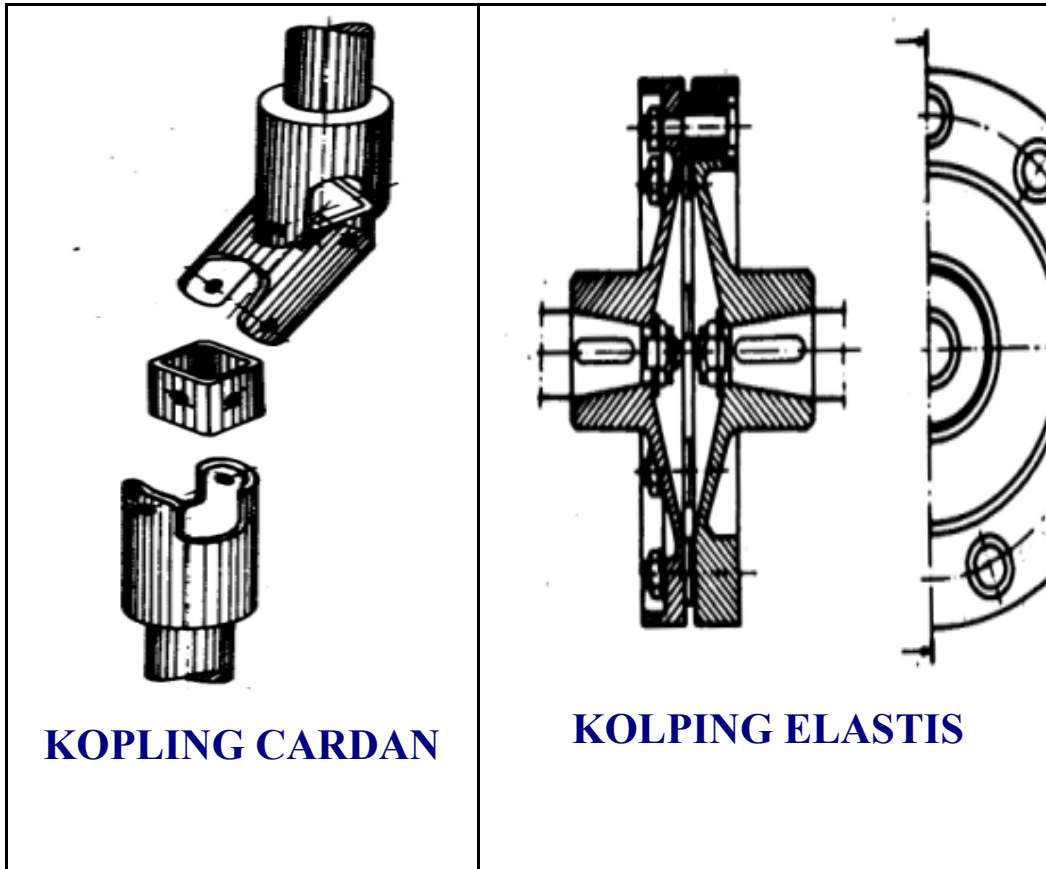


KOPLING OLDHAM

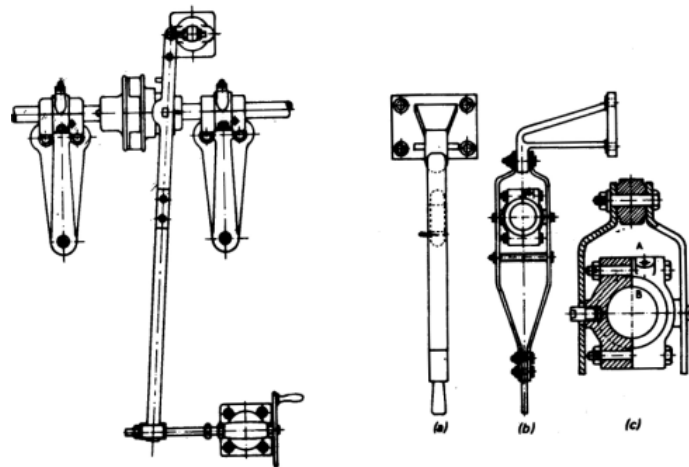


KOPLING CARDAN



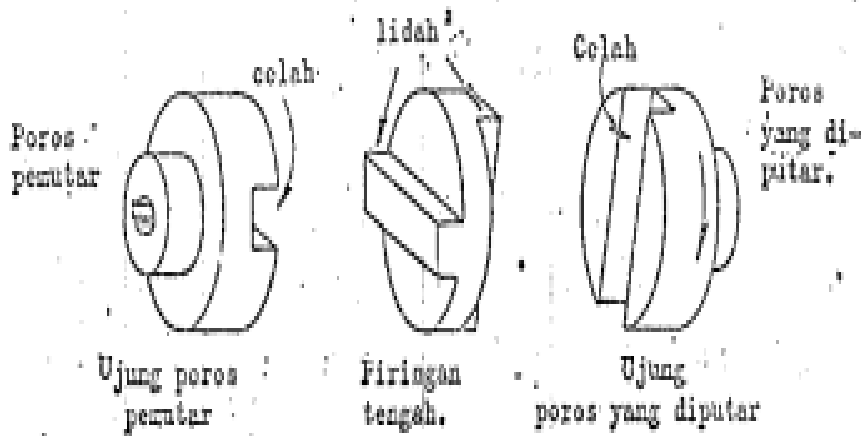
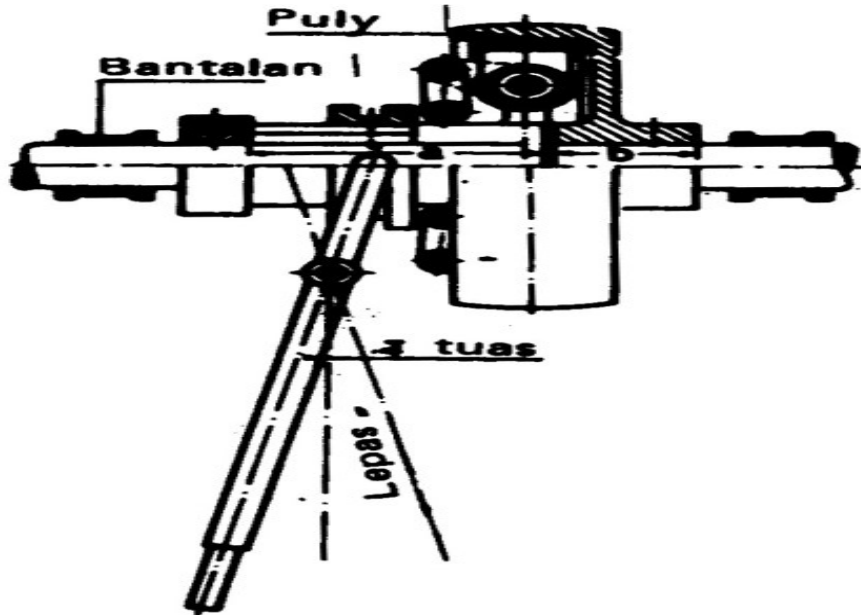


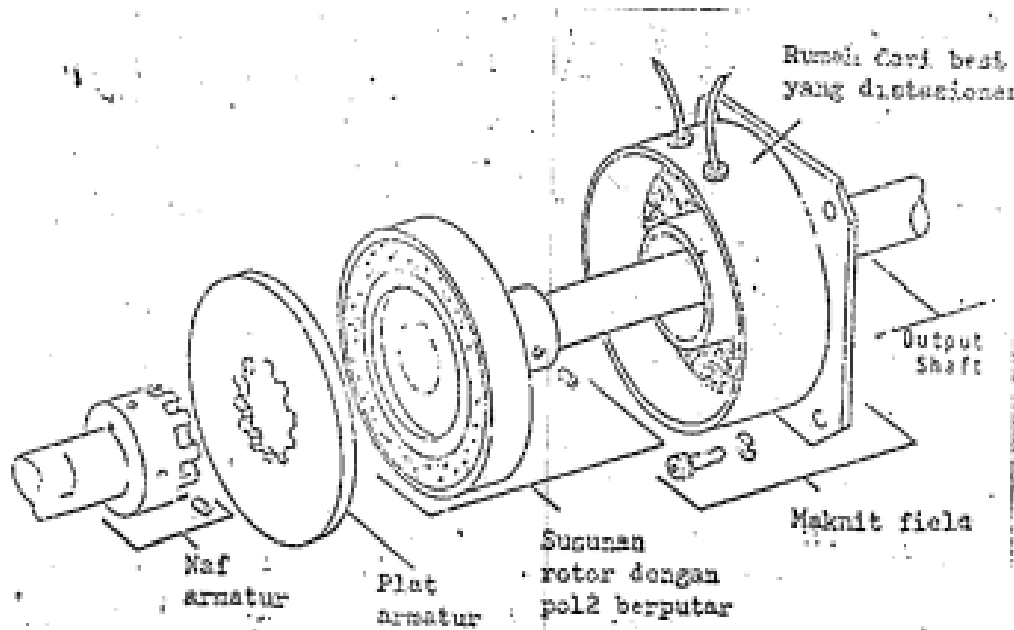
Konstruksi detail alat penggerak KOPLING





Kopling Gesek Radial







BAB VIII

PEGAS

Pegas banyak digunakan dalam konstruksi mesin. Dapat berfungsi sebagai penekan, perapat dan pengunci suatu komponen atau pasangan yang lainnya. Atau berfungsi sebagai penahan kejutan, penyerap getaran, penyimpan energi, pengukur dan sebagainya.

MACAM-MACAM PEGAS

Ada bermacam-macam jenis pegas menurut bentuk dan fungsinya yaitu antara lain:

Pegas Tekan (gambar 1)

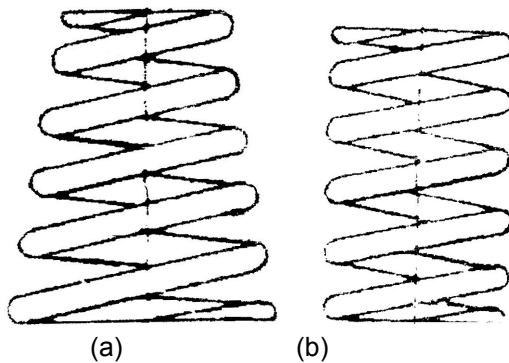
Pegas Tarik (gambar 2)

Pegas Momen (gambar 3)

Pegas Buffer (gambar 4)

Pegas Spiral (gambar 5)

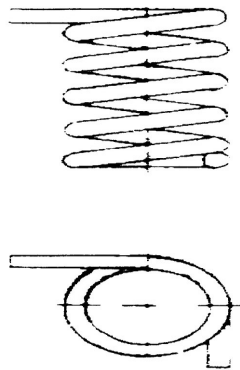
Untuk pegas jenis 1, 2, 3 biasa disebut dengan pegas ulir. Pegas-pegas yang banyak dipakai dalam teknik mesin adalah jenis pegas ulir dengan penampang kawat pegas bulat, segiempat atau bujur sangkar. Tetapi yang umum dipakai adalah yang berpenampang bulat.



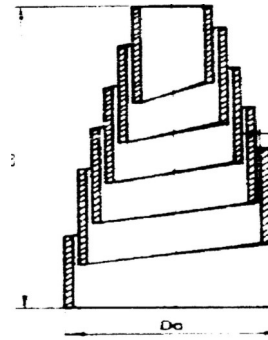
Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4

Kawat baja yang keras dan bermutu tinggi adalah kawat, untuk bahan pembuatan pegas.

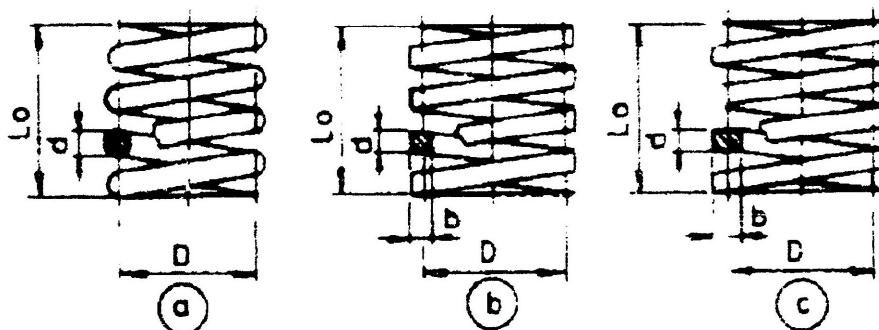
PERHITUNGAN MENCARI UKURAN PEGAS

Penampang kawat pegas dapat berbentuk bulat, bujur sangkar atau persegi panjang (gambar 5)

Kawat baja yang keras dan bermutu tinggi adalah kawat, untuk bahan pembuatan pegas.

PERHITUNGAN MENCARI UKURAN PEGAS

Penampang kawat pegas dapat berbentuk bulat, bujur sangkar atau persegi panjang (gambar 5)

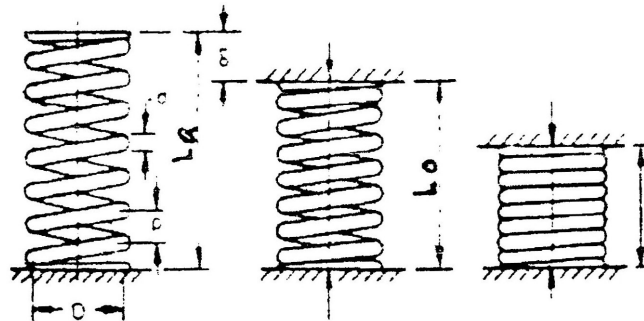


Gambar 5. Penampang kawat pegas



1. Panjang Tidak Berbeban

Panjang pegas tekan tidak berbeban ditunjukkan seperti gambar 6 di bawah ini. Gambar 6a pegas tidak berbeban. Gambar 6b dibebani demikian rupa dengan F kg dan gambar 6c pegas dibebani demikian besarnya sehingga lilitan seluruhnya berimpit. Keadaan ini disebut “Keadaan masip”.



Gambar 6.

Panjang pegas tidak berbeban dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$L = (N - 0,5)d + n (h - d)$$

N = Jumlah lilitan aktif.

Pada pegas tekan harus ada lilitan ekstra, sebagai dudukan pegas tersebut agar pegas dapat berdiri tegak lurus bidang horizontal. Lilitan ini tidak aktif, berarti tidak semua lilitan pegas yang aktif maka:

$$N = n + (1,5 \text{ sampai } 2)$$

N = Jumlah lilitan pegas total.

Dalam pembuatan dan dalam kenyataannya lilitan ekstra ini harus berfungsi sebagai dudukan pegas itu sendiri, sehingga harus diasah agar benar-benar bisa terletak pada posisi tegak. Jumlah lilitan aktif ini paling sedikit 3 buah.

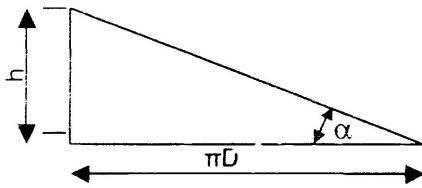
Pitch ini dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$H = d + \frac{(1,1 \text{ sampai } 1,2)}{n} \lambda \text{ maks.}$$

l maks = adalah defleksi elastis yang dihitung pada beban maksimum (F maks).

Dalam prakteknya h diambil 0,3 sampai 0,5 D.

D = diameter rata-rata pegas



Panjang kawat pegas yang dibutuhkan untuk membuat suatu pegas dapat dihitung sebagai berikut : (lihat gambar 7).

Keliling pegas setiap lilitan :

$$L = \frac{\pi D}{\cos . a}$$

A = Sudut helik yang besarnya a : 0⁰ - 12⁰

Panjang kawat pegas L :

$$L = \frac{\pi DN}{\cos . a}$$

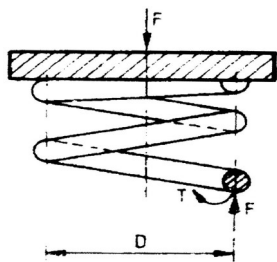
2. Mencari Besarnya Diameter Kawat

Perhitungan didasarkan pada momen yang bekerja pada pegas itu :

$$T_s = \frac{DF}{2}$$

$$T_s = \frac{T}{W_p}$$

Tegangan geser



$$= \frac{16}{\pi d^3} \cdot \frac{FD}{2}$$

$$= \frac{8F}{\pi d^3}$$

T = Tegangan geser maksimum dalam kg/mm²

V_p = Tahanan puntir kawat pegas.

D = Diameter rata-rata pegas.

Karena adanya lengkungan dan tekukan dari pegas maka terjadi tegangan-tegangan dalam pegas sendiri. Dalam hal ini harus dikoreksi dengan suatu factor K sehingga tegangan geser maksimum pada kawat :

$$T = \frac{K.8.F.D}{\pi.d} \quad \text{karena index pegas} \quad C = \frac{D}{d}$$

Maka

$$T = \frac{K.8.F.D}{\pi.d^2}$$

Jadi

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{K.F.C}{T}}$$

dalam hal ini F adalah maksimum.



Faktor k dapat dirumuskan sebagai berikut :

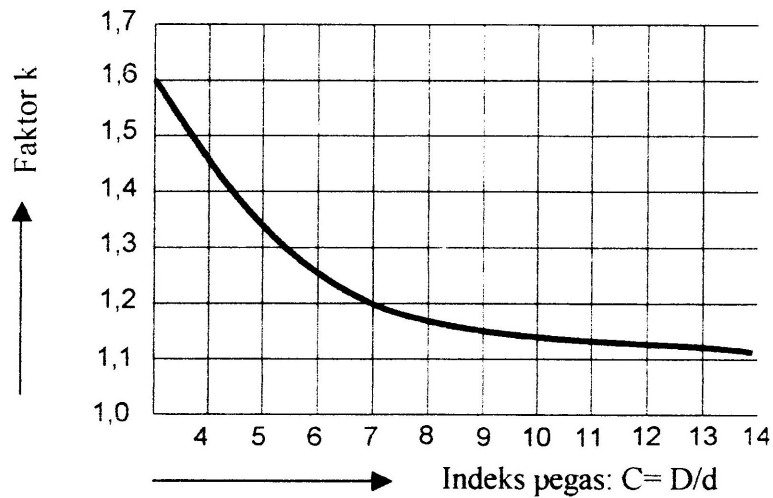
$$K = \frac{A.C. - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C}$$

Untuk penampang kawat bulat.

$$K = \frac{3.C - 1}{3C - 3}$$

Untuk penampang segi empat.

Harga k juga dapat dicari, bila indeks pegas C diketahui dengan menggunakan diagram A.M Wahl (gambar 9).



Gambar 9. Diagram Wahl

Diameter kawat pegas telah sistandarisasikan. Di bawah ini diberikan tabel dari SWG (Standard Wire Gauge).

Tabel 4.1. Standard kawat Pegas dan SWG.

SWG	Diameter (mm)	SWG	Diameter (mm)	SWG	Diameter (mm)	SWG	Diameter (mm)
7/0	12.70	7	4.470	20	0.914	33	0.2540
6/0	11.785	8	4.064	21	0.812	34	0.2337
5/0	10.972	9	3.658	22	0.711	35	0.2134
4/0	10.160	10	3.251	23	0.610	36	0.1930
3/0	9.490	11	2.946	24	0.559	37	0.1727
2/0	8.839	12	2.642	25	0.508	38	0.1524
0	8.229	13	2.337	26	0.457	39	0.1321
1	7.620	14	2.032	27	0.4166	40	0.1219
2	7.010	15	1.829	28	0.3759	41	0.1118
3	6.401	16	1.626	29	0.3150	42	0.1016
4	5.893	17	1.422	30	0.3150	43	0.0914
5	5.385	18	1.219	31	0.2946	44	0.0813
6	4.877	19	1.016	32	0.2743	45	0.0711



3. Besarnya Defleksi pada Pegas Penampang Bulat.

$$\lambda = \frac{\theta \cdot D}{2}$$

θ = sudut defleksi yang disebabkan oleh momen T.

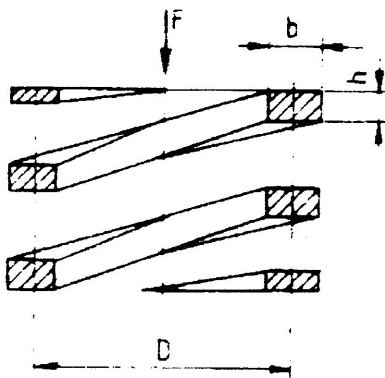
$$A = \frac{16 \cdot F \cdot D^2 \cdot n}{d^4 \cdot G} \times \frac{D}{2}$$

$$= \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot n}{d \cdot G} \rightarrow \text{karena } \frac{D}{2} = C$$

$$\text{maka } \lambda = \frac{8 \cdot F \cdot C^3 \cdot n}{d \cdot G}$$

Juga $l = l_1 \cdot n \cdot F$ dimana $l_1 = \frac{8 \cdot C^3}{G \cdot d}$ adalah batas patah satu lilitan.

4. Besarnya Defleksi pada Pegas Penampang Segi Empat.



Tegangan geser maksimum

$$T = \frac{K \cdot W \cdot D (1,5 + 0,96)}{b^2 \cdot t^2}$$

Defleksi pegas

$$\lambda = \frac{2,83 \cdot W \cdot D^3 \cdot n (b^2 + t^2)}{b^2 \cdot t^2 \cdot G}$$

Gambar 10. Defleksi

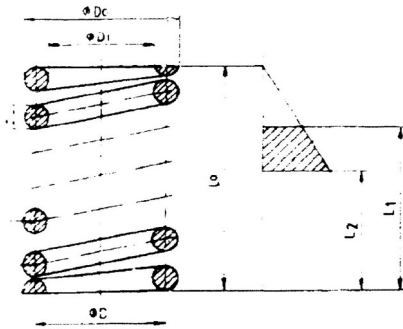
CARA MENGGAMBAR PEGAS ULIR

Seperti cara menggambar ulir, maka pegas digambarkan juga dengan penyederhanaan. Dalam gambar susunan pegas digambarkan dengan bekerja atau dengan kata lain dalam keadaan terpasang.

Tetapi dalam gambar kerja pegas digambarkan dalam keadaan tidak dibebani, dan dilengkapi pula dengan informasi yang menerangkan tentang beban maksimum dan panjang pemakaian serta panjang tidak berbeban. Dalam gambar kerja harus diterangkan pula arah lilitan pegas yaitu ke kiri atau ke kanan, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pembuatannya. Jumlah lilitan pegas juga harus dicantumkan.



Gambar 11 dan 12 adalah contoh gambar kerja untuk pegas tekan silindris dan pegas tarik silindris.



Gambar 11. **Gambar Kerja**

- | | |
|-------------------|--|
| Bahan = ? | L_0 = Panjang bebas (tak berbeban) ? |
| n = ? | L_1 = Panjang kerja (terpasang) ? |
| N = ? | L_2 = Panjang berbeban ? |
| Arah = kiri/kanan | |

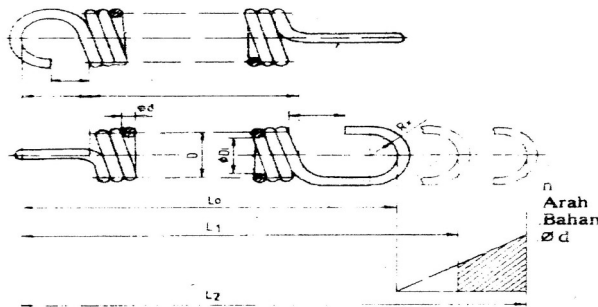
ϕD_i = Diameter dalam dari pegas. Ini juga perlu dicantumkan karena untuk menunjukkan ukuran mal untuk melilitkan waktu pegas dikerjakan.

ϕD_o = Diameter luar pegas. Ukuran ini juga perlu dicantumkan karena untuk memperkirakan dudukan dari pegas bila ditempatkan pada rumah pegas.

Gambar kerja pegas tarik silindris seperti gambar 12 berikut ini. Pada gambar ini dapat dilihat bahwa pegas dalam keadaan tidak berbeban lilitannya saling berimpit satu sama lainnya. Yang perlu juga dijelaskan pada gambar kerja untuk pegas tarik ini adalah mengenai bentuk loopnya. Apakah bentuk loopnya sejajar atau saling tegak lurus.

Gambar Kerja Pegas Tarik

Jika loop pegas tidak sejajar seperti contoh ini maka perlu digambar dua pandangan seperti gambar ini. Dan juga dikarenakan loop pegas mempunyai ukuran yang berbeda. Jika pegas atarik mempunyai loop yang sejajar biasanya hanya digambarkan satu pandangan saja.



N
A
r
a
h
h
?

Bahan = ?

$\Delta E d = ?$

Gambar 12. Gambar kerja pegas tarik

Keterangan :

L0 = Panjang pegas tak berbeban

L1 = Panjang pegas terpasang (panjang kerja).

L2 = Panjang pegas berbeban.

Pembuatan gambar pegas menggunakan gambar pegas sebenarnya, atau menggunakan konvensi atau juga menggunakan simbol tergantung dari kebutuhannya. Yang banyak dipakai dalam gambar kerja atau gambar produksi adalah gambar konvensi pegas. Dan biasanya dengan ditunjukkan penampang bentuk pegas dan penampang kawat pegasnya.

Contoh :

Rencanakanlah dan buatlah gambar kerjanya sebuah pegas ulir tekan silindris untuk beban maksimum 120 kg defleksi 25 mm.

Indek pegas = 5

Tegangan geser yang diperbolehkan = 45 kg/mm²

G = 8500 kg/mm²

Penampang pegas adalah bulat jadi :

$$\text{Bilangan Wahl : } K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0,615}{C}$$



Jawab :

$$F = 120 \text{ kg}$$

$$\lambda = 25 \text{ mm}$$

$$C = 5$$

$$\tau = 45 \text{ kg/mm}^2$$

$$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0,615}{C}$$

$$K = \frac{4,5-1}{4,5-4} + \frac{0,615}{5}$$

$$= \frac{19}{6} + 0,123$$

$$1,31$$

Mencari diameter kawat pegas :

$$t = \frac{K \cdot 8 \cdot F \cdot C}{\pi \cdot d^2}$$

$$d^2 = \frac{K \cdot 8 \cdot F \cdot C}{\pi \cdot \tau} = \frac{1,31 \cdot 8 \cdot 120 \cdot 5}{3,14 \cdot 45} = 44,5$$

Jadi $d = 6,7 \text{ mm}$.

Diambil dari tabel 41 standard SWG no.2 dengan diameter = 7,010 mm.

Diameter pegas $D = C \cdot d = 5 \cdot 7,010 = 35,05 \text{ mm}$. Jumlah lilitan aktif n dicari sebagai berikut :

$$l = \frac{8 \cdot F \cdot C^3 \cdot n}{d \cdot G}$$

$$n = \frac{\lambda \cdot d \cdot G}{8 \cdot F \cdot C^3}$$

$$= \frac{25 \cdot (7,010) \cdot 8500}{8 \cdot 120 \cdot 5^3}$$

$$= 12,41 \text{ lilitan}$$

Dibuat $n = 13$ lilitan.



Macam pegas	Gambar	Konvensi	Simbol
PEGAS TEKAN SILINDRIS			
PEGAS TEKAN KONIS			
PEGAS TARIK SILINDRIS			
PEGAS TARIK DOUBLE KONIS			
PEGAS MOMEN SILINDRIS			

Gambar 13. Macam-macam pegas, konvensional penggambaran dan simbol



Jumlah lilitan total $N = n + 2 + 2 = 15$ lilitan.

Panjang tak berbeban :

$$L_0 = (N - 0,5) d + n (h - d)$$

$$H = \text{diambil } 0,4 D$$

$$= 0,4 \cdot 35,05$$

$$= 14,02 \text{ mm}$$

$$L_0 = (N - 0,5) d + n (h - d)$$

$$= (15 - 0,5) 7,010 + 13 (14,02 - 7,010)$$

$$= 101,645 + 91,13$$

$$= 192,775$$

dibuat $L_0 = 193 \text{ mm}$

Bila beban pegas terpasang pada beban 30 kg, maka panjang pegas waktu terpasang adalah sebagai berikut :

$$l = \frac{8.F.C^3.n}{d.G} = \frac{8.30.125.13}{7,010.8500} = 10,63 \text{ mm}$$

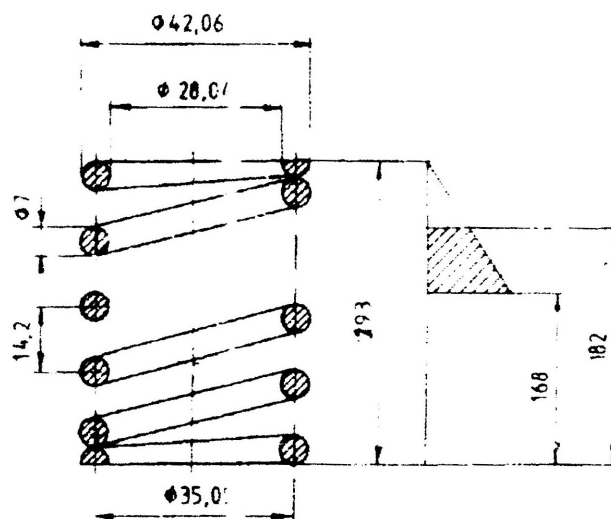
$$\text{Jadi } L_{b_1} = 193 - 10,63 = 182,37 \sim 182 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang minimum pegas} = L_0 - 25 = 193 - 25 = 168 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter dalam } D_1 = D - d$$

$$= 35 - 7,010 = 28,04 \text{ mm}$$

Gambar kerja dapat seperti gambar 14 berikut ini :



Gambar 14. Gambar kerja pegas.



② Rencanakanlah sebuah pegas tekan silindris yang digunakan untuk suatu mesin.

Panjang pegas terpasang = 8 cm.

Panjang minimum 40 kg.

Beban maksimum 80 kg.

Diameter dalam = 2,8 cm.

Tegangan geser 450 kg/cm².

Modulus G = 800.000 kg/cm².

Jawab :

$$T = F \times \frac{D}{2} = \frac{\pi}{16} \cdot \tau \cdot d \rightarrow \text{diambil } F \text{ maksimum}$$

$$80 \cdot \left(\frac{2,8 + d}{2} \right) = \frac{\pi}{16} \cdot 450 \cdot d^3$$

$$112 + \frac{1}{2}d = \frac{\pi}{16} \cdot 450 \cdot d^3$$

d = 449 ~ 4,5 = 7,3 cm (dicari dengan coba-coba).

Jadi D = 2,8 + 4,5 = 7,3 cm.

$$C = \frac{D}{d} = \frac{7,3}{4,5} = 1,62$$

$$\text{Bilangan Wahl} = K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C}$$

$$= \frac{4 \cdot 1,62 - 1}{4 \cdot 1,62 - 4} + \frac{0,615}{1,62}$$

$$= 2,58$$

$$t = \frac{K \cdot 8 \cdot F \cdot C}{d^2}$$

$$d^2 = \frac{K \cdot 8 \cdot F \cdot C}{\pi \cdot \tau} = \frac{2,58 \cdot 8 \cdot 80 \cdot 1,6}{\pi \cdot 450} = 1,568$$

$$d = 1,252 \text{ cm}$$

Dipilih dari tabel 41, maka diambil kawat pegas 7/0 dengan d = 12,7 mm.

Jumlah lilitan aktif :

$$N = \frac{\lambda \cdot d^4 \cdot G}{8 \cdot F \cdot D^2} \quad l = 10 - 8 = 2 \text{ cm}$$



$$n = \frac{2 \cdot (1,27)^4 \cdot 800.000}{8 \cdot 80 \cdot (7,37^2)}$$

n =

= 13,16 lilitan

Dibuat n = 14 lilitan.

Jumlah lilitan total = N = n + 2 = 14 + 2 = 16 lilitan.

Panjang pegas tak berbeban :

$$L_0 = (N - 0,5) d + n (h - d)$$

$$H \text{ diambil } 0,5 \quad D = 0,5 \cdot 7,3 = 3,65 \text{ cm}$$

$$L_0 = (16 - 0,5) 1,27 + 14 (3,65 - 1,27)$$

$$= 39 \text{ cm}$$

$$L_b = 39 - 10 = 29 \text{ cm}$$

Kemudian buatlah gambar kerja seperti gambar 14, dengan ukuran-ukuran yang telah didapat.



DAFTAR PUSTAKA

Sularso, *Elemen Mesin*, Pradnya Paramitha, Jakarta, 1980

Schweizerischer, *Normen Auszug*, Bezug durch das VSM-Normenburo, 1991

Tabellenbuch Metall, Europa Fachbuchreihe, 1982

Homborg, Gerhard, *Tabellenbuch Metall-und Maschinentchnik*, Friedrich, Bonn,
1988

