

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Tinjauan Singkat Poros Transmisi

1. Definisi Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang beputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pully*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

2. Poros Transmisi

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan *shaft*. *Shaft* akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur berganti ataupun kedua-duanya. Pada *shaft*, daya dapat ditransmisikan melalui *gear*, *belt pulley*, *sprocket rantai*.

3. Hal-hal yang Harus Diperhatikan.

a. Kekuatan Poros

Poros transmisi akan menerima beban puntir (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut.

Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

b. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktelitian (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

c. Putaran Kritis

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.

d. Korosi

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan *fluida korosif* maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

e. Material Poros

Poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*alloy steel*) dengan proses pengerasan permukaan (*case hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses *heat treatment* yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai.

B. Identifikasi Gambar Kerja

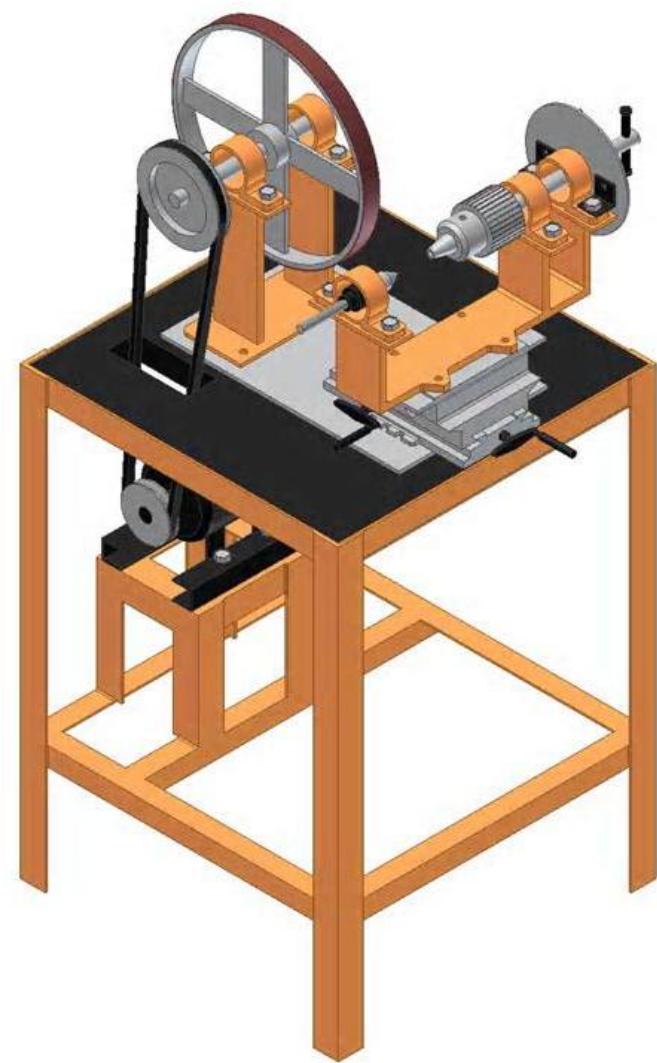
Mesin modifikasi *camshaft* memiliki beberapa komponen seperti rangka, dudukan noken, poros transmisi, *pully* dan *v-belt*. Rangka berfungsi sebagai tempat meletakan mesin ini agar pada saat proses produksi operator tidak duduk. Dudukan noken berfungsi sebagai tempat mencekam/meletakan camshaft yang akan dimodifikasi. Poros transmisi berfungsi untuk meneruskan gaya dari motor listrik. *Pully* berfungsi untuk menggerakan poros transmisi sedangkan *v-belt* berfungsi sebagai penghubung antara *pully* poros dengan *pully* pada motor listrik. Pembuatan mesin modifikasi *camshaft* ini berdasarkan pada gambar kerja. Gambar

kerja sebagai bahasa teknik menjelaskan konsep dasar untuk membuat mesin ini dengan membutuhkan spesifikasi gambar yang detail. Gambar kerja ini berisi keterangan-keterangan secara tepat dan obyektif, sehingga mudah dipahami oleh pembaca untuk dibuat komponennya.

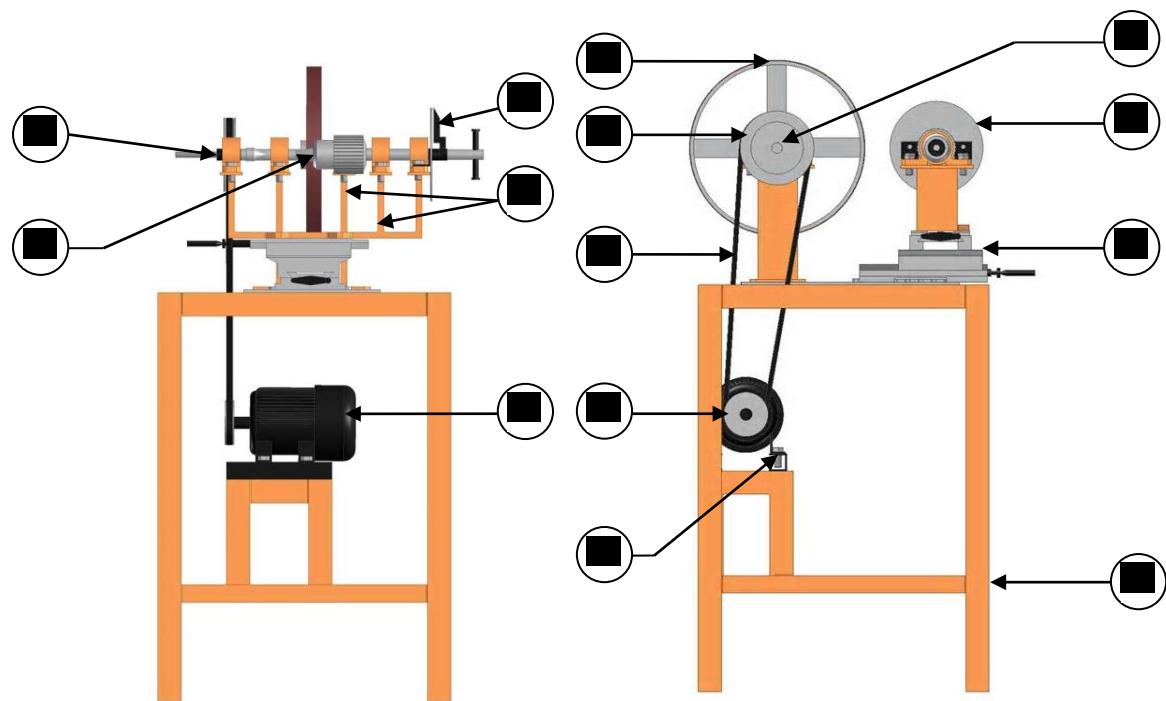
Fungsi gambar kerja adalah sebagai media informasi yang menghubungkan perancang atau ahli gambar dengan orang-orang yang menggunakannya, seperti perancang proses, pembuat, peneliti dan perakit. Gambar kerja harus menggunakan keterangan-keterangan, seperti bentuk, ukuran, toleransi dan simbol-simbol penggerjaan agar para pengguna gambar dapat memahami dan mengerjakan komponen yang sesuai dengan gambar kerja. Keterangan-keterangan pada gambar kerja yang detail akan mempermudah pembuat untuk mengerjakan benda kerja yang diinginkan.

Rangka pada mesin ini terbuat dari plat L dengan ukuran 40 x 40 x 3 mm. Komponen ini dibuat dengan proses penggergajian dan proses pengelasan. Pada komponen dudukan noken terbuat dari plat dengan tebal 10 mm dan 5 mm. komponen dudukan noken ini dibuat dengan proses pemotongan bahan, penggerindaan, pengeboran dan pengelasan. Untuk poros transmisi terbuat dari besi pejal dengan Ø 1 inch. Poros ini dibuat melalui proses pemotongan bahan dan proses pembubutan.

C. Menentukan Gambar kerja

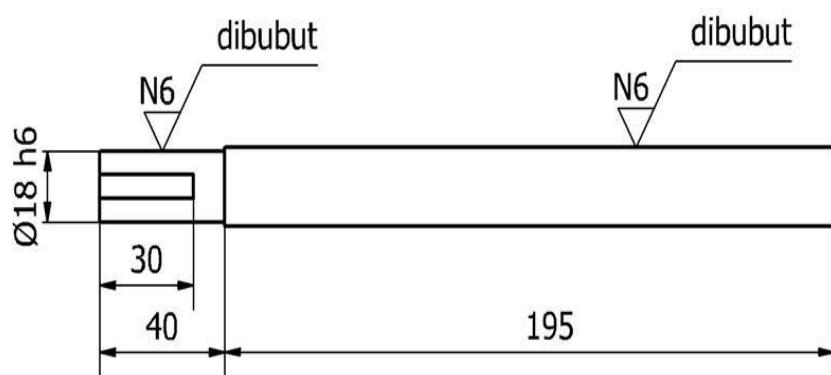


Gambar 1. Mesin Modifikasi *Camshaft*

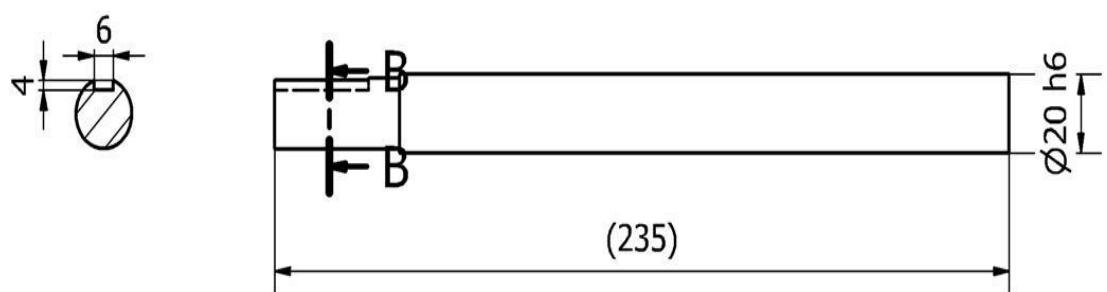


Keterangan :

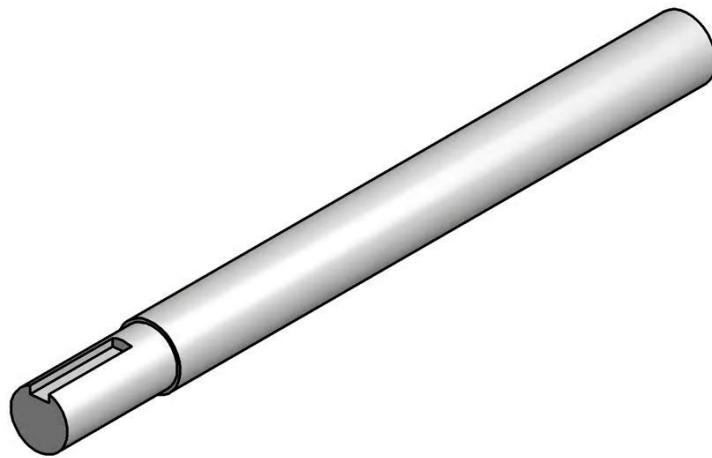
- | | |
|----------------------------|-------------------|
| 1. <i>Pully Pengamplas</i> | 10. Rangka |
| 2. Jarum penunjuk | 11. <i>Pillow</i> |
| 3. <i>Pully 1</i> | 12. Cekam |
| 4. Dudukan Noken | 13. Baut |
| 5. <i>V-Belt</i> | 14. Poros |
| 6. Motor | |
| 7. <i>Pully 2</i> | |
| 8. Busur Derajat | |
| 9. Ragum | |



B-B (1 : 2)



Gambar 3. Gambar Kerja Pembuatan Poros transmisi



Gambar 4. Gambar Poros Transmisi

D. Identifikasi Bahan

Gambar kerja yang memberikan informasi berupa bentuk, ukuran dan lambang-lambang yang telah ditentukan oleh perancang untuk diproses menjadi benda kerja. Sebelum bahan dikerjakan untuk membentuk benda kerja yang diinginkan terlebih dahulu memperhatikan bahan yang digunakan, agar bahan yang digunakan dapat sesuai dengan fungsinya sebagai poros transmisi. Poros transmisi yang dibuat dengan bahan yang keras tetapi mudah untuk dikerjakan dengan mesin. Hal ini dikarenakan fungsinya hanya sebagai poros pemindah gaya yang ditimbulkan oleh motor listrik.

Poros transmisi yang digunakan biasanya menggunakan bahan dari logam baja. Jenis logam ini sesuai dengan fungsi poros transmisi yang memiliki sifat tahan korosi dan tahan beban dengan baik. Tetapi, kekuatan dari baja yang digunakan tergantung dari berbagai faktor, seperti adanya kadar unsur paduan, cara pembentukan atau penggeraan, dan perlakuan panas. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kualitas poros yang dibuat.

Tabel 1. Sifat Beberapa Logam/Paduan

Besi dan Baja				
Jenis Logam	Kekuatan Tarik (MPa)	Keuletan (%)	Titik Cair (°C)	Kekerasan (Brinell)
Besi cor kelabu	110-207	0-1	1370	100-150
Besi cor putih	310	0-1	1370	450
Baja	276-2070	15-22	1425	110-500

(B.H. Amstead, 1985: 17)

Tabel 2. Sifat Beberapa Material Bukan Besi

Bukan Besi				
Jenis Logam	Kekuatan Tarik (MPa)	Keuletan (%)	Titik Cair (°C)	Kekerasan (Brinell)
Aluminium	83-310	10-35	660	30-100
Tembaga	345-689	5-50	1080	50-100
Magnesium	83-345	9-15	650	30-60
Seng (tuang)	48-90	2-10	785	80-100
Titan	552-1034	-	1800	158-266
Nikel	414-1103	15-40	1450	90-250

(B.H. Amstead, 1985: 17)

Penjelasan di atas memberikan informasi pentingnya pemilihan bahan yang akan dijadikan poros. Dalam pemilihan bahan pada suatu komponen benda yang akan dibuat harus diperhatikan fungsi, pembebanan, umur, kemampuan dibentuk, produksi bahan, biaya produksi dan mudah dicari. Dengan memperhatikan bahan yang akan dibuat dapat memberikan efisien dan efektivitas dalam proses pembentukan benda kerja dari bahan yang digunakan. Bahan poros transmisi yang dipilih termasuk dalam baja karbon. Untuk mengetahui kekuatan bahan yang dibuat perlu dilakukan pengujian bahan.

Pengujian bahan merupakan cara yang mudah dan hasilnya relatif akurat. Pengujian yang sering dilakukan ialah dengan menggunakan uji kekerasan. Uji kekerasan dapat dilakukan pada semua jenis logam dan cara pengujian yang mudah yaitu dengan dihaluskan dan dipoles pada bagian permukaan logam yang akan diuji.

Ada berbagai jenis uji kekerasan, yaitu kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekuatan lekukan (*indentation hardness*) dan kekerasan pantulan (*rebound*). Pada logam, kekerasan lekukan banyak dilakukan

untuk uji kekerasan dan menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa. Berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain: uji kekerasan *Brinell*, *Vickers*, dan *Rockwell*. Pengujian lekukan yang digunakan untuk menguji kekerasan bahan poros menggunakan uji kekerasan *Vickers*. Karena pengujian ini mudah dilakukan dan hasil pengujian relatif akurat.

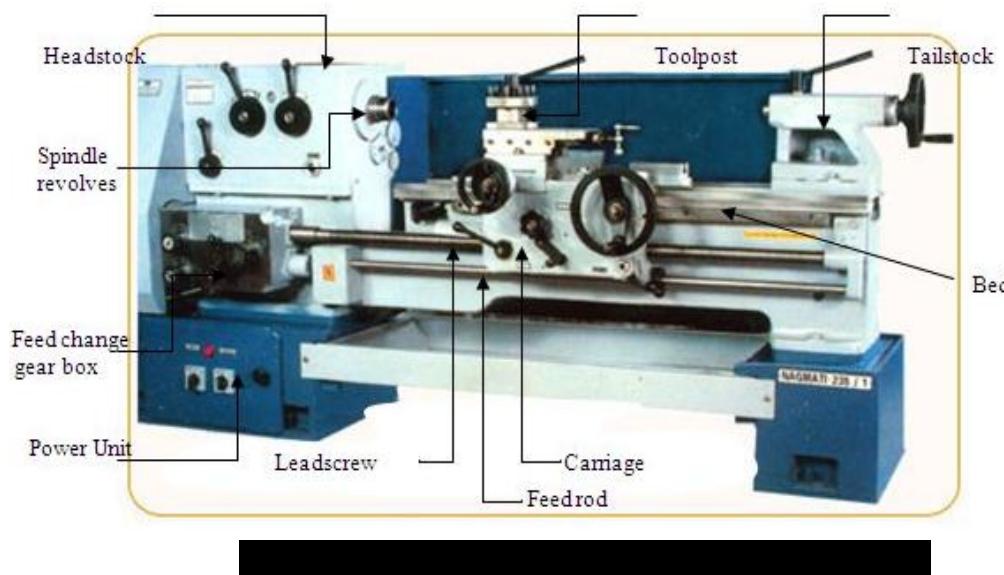
E. Identifikasi Mesin dan Alat yang Digunakan

Dalam proses pembuatan poros transmisi perlu memperhatikan gambar kerja beserta keterangan-keterangannya. Keterangan tersebut meliputi bahan, mesin, dan alat yang digunakan sehingga akan ada persiapan yang matang dalam proses pembuatannya. Adapun mesin dan alat yang digunakan dalam proses pembuatan poros transmisi adalah sebagai berikut:

1. Mesin Bubut

Mesin bubut adalah termasuk jenis mesin perkakas yang digunakan sebagai mesin produksi. Fungsi mesin bubut yaitu untuk merubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja yang berputar dengan menggunakan pahat. Benda kerja dipasang pada rahang tetap (cekam) atau di antara dua senter, pada saat benda kerja berputar pahat bergerak menyayat secara memanjang maupun melintang atau kombinasi dari kedua gerak tersebut.

Putaran sumbu utama mesin bubut diperoleh dari motor listrik, dengan perantara sabuk penggerak. Ukuran utama mesin bubut ditentukan oleh jarak antara sumbu utama dengan alas dan jarak antar senter kepala tetap dengan kepala lepas. Mesin bubut mempunyai gerakan memutar benda kerja, gerakan tersebut disebut dengan gerakan utama. Mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 5.



Berikut ini adalah bagian-bagian pada mesin bubut:

a. Meja Mesin (*Bed*)

Meja mesin (*bed*) merupakan kerangka mesin bubut yang sebagai tempat untuk memproses benda kerja menjadi produk yang diinginkan. Pada meja mesin terdapat kepala tetap, kepala lepas, dan eretan. Meja mesin memiliki alur *bed* berbentuk V yang datar dan sebagai jalur bagi kepala lepas dan eretan. Eretan dan kepala

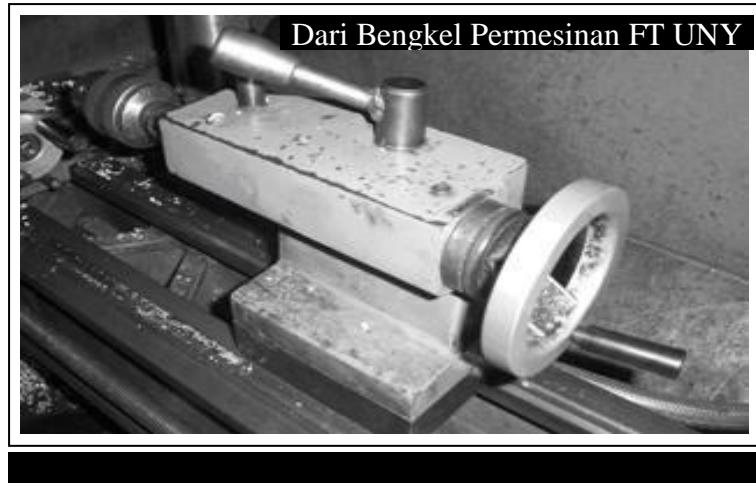
lepas dapat meluncur pada jalur yang tepat diatas meja yang sejajar dengan sumbu bubut.

b. Kepala Tetap (*Headstock*)

Kepala tetap (*headstock*) merupakan bagian dari kerangka mesin bubut berfungsi sebagai tempat benda dicekam. Pencekaman terdapat 2 jenis, yaitu: cekam rahang empat dan cekam rahang tiga. Cekam rahang empat digunakan untuk membubut poros eksentrik, benda yang berbentuk kotak dan tidak beraturan, sedangkan cekam rahang tiga untuk memebubut poros silindris lurus dan tirus.

c. Kepala Lepas (*Tailstock*) (lihat Gambar 6)

Kepala lepas (*tailstock*) berfungsi sebagai tempat bor senter dan senter. Kepala lepas membantu untuk melubangi permukaan ujung benda kerja dan hasil lubang sebagai tempat senter untuk mencekam benda kerja yang akan dibuat. Kepala lepas berada di alur *bed* yang digunakan untuk lintasan gerak dan memiliki *handle* panjang, pendek dan lingkaran. *Handle* panjang berfungsi untuk mengunci kepala lepas saat bor senter sedang melubangi benda kerja dan senter saat mencekam benda kerja. *Handle* pendek berfungsi mengunci bor senter saat akan melubangi benda kerja dan senter saat akan mencekam benda kerja. *Handle* lingkaran yang berada di ujung kepala lepas berfungsi untuk menggerakkan poros dalam atau rumah kepala lepas.



d. Eretan (*Carriage*), (lihat Gambar 7)

Eretan berfungsi sebagai pemegang erat perkakas bubut.

Arah gerakan dapat sejajar dengan tegak lurus atau miring terhadap sumbu bubut. Eretan juga merupakan tempat untuk menempatkan penyangga berjalan.

Eretan harus dibuat dan diberi penuntun sedemikian rupa sehingga terjamin penggerjaan yang bebas goncangan. Goncangan akan berpengaruh pada hasil bubutan.



Eretan ada beberapa bagian, diantaranya adalah:

1) Eretan Atas

Eretan atas terdapat pemegang pahat yang dapat digunakan untuk menempatkan pahat/alat potong. Eretan atas biasanya duduk di atas eretan melintang yang dilengkapi dengan sekala nonius dan sumbu putar sehingga dapat difungsikan untuk membubut tirus dengan sudut besar dan jarak ketirusan pendek.

2) Eretan Melintang

Eretan melintang dipasang langsung pada *carriage* dan dapat bergerak maju ataupun mundur. Skala nonius pada eretan lintang digunakan untuk mengatur kedalaman potong selama proses membubut.

3) Eretan Dasar/Memanjang

Eretan bergerak dari kanan ke kiri atau sebaliknya. eretan ini digunakan untuk arah memanjang seperti pada saat membuat poros.

e. Rumah Pahat (*tool post*) (lihat Gambar 8)

Pahat bubut bisa dipasang pada tempat pahat tunggal, atau pada tempat pahat yang berisi empat buah pahat. Apabila penggeraan pembubutan hanya memerlukan satu macam pahat lebih baik digunakan tempat pahat tunggal. Apabila pahat yang digunakan dalam proses pemesinan lebih dari satu, misalnya pahat

rata, pahat alur, pahat ulir, maka sebaiknya digunakan tempat pahat yang bisa dipasang sampai empat pahat. Pengaturannya sekaligus sebelum proses pembubutan, sehingga proses penggantian pahat bisa dilakukan dengan cepat.

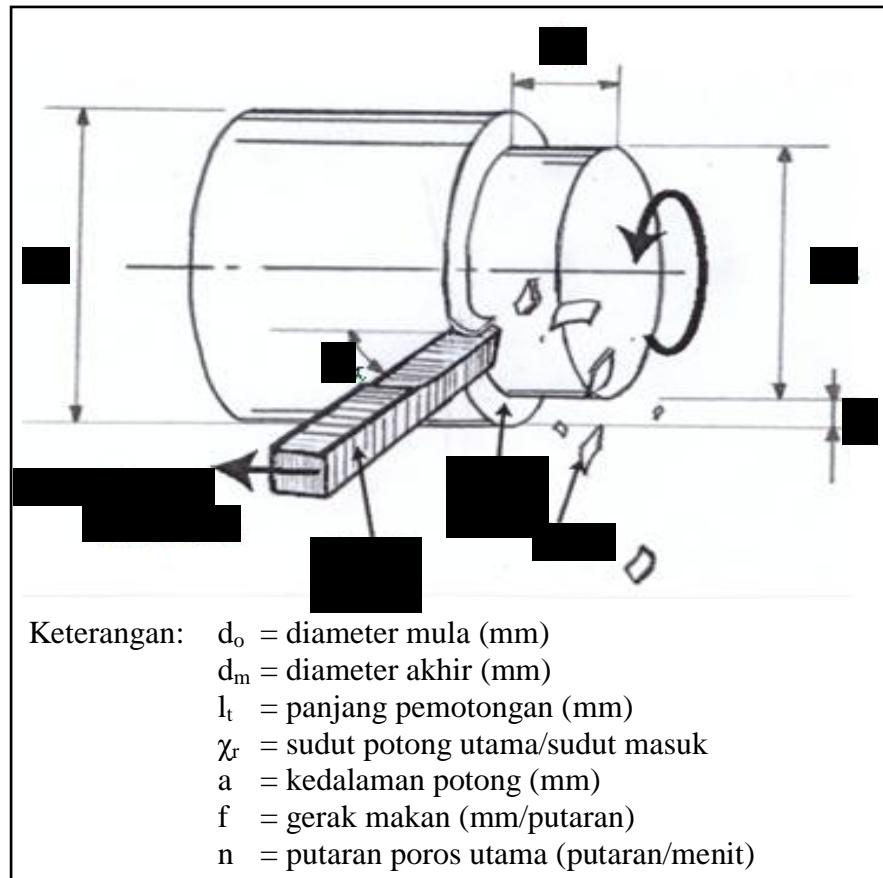


f. Senter (lihat Gambar 9)

Senter Pada mesin bubut ada dua, yaitu senter putar dan senter mati. Senter putar dipasang pada kepala lepas. Fungsinya untuk mendukung benda kerja agar tetap senter dan memperkuat cekaman. Senter mati dipasang pada kepala tetap mesin bubut. Senter mati dipakai pada saat membubut diantara dua senter.



Setiap proses bubut selalu menghasilkan benda kerja dengan penampang bulat, misalnya baut, poros, poros eksentrik, *handle* dan lain sebagainya. Prinsip-prinsip gerakan pahat pada waktu membubut dapat dilihat pada gambar berikut.



Berdasarkan pada gambar tersebut secara umum dapat dijelaskan *main motion* yaitu gerakan berputar benda kerja disebut dengan putaran utama. Jarak yang ditempuh oleh pahat dalam satuan waktu tertentu disebut kecepatan potong atau *cutting speed*.

Pada proses bubut pahat yang bergerak maju kearah maju memanjang, melintang atau kombinasi gerak memanjang dan

melintang secara teratur meyayat benda kerja disebut kecepatan pemakanan atau *feed motion*. Apabila kedalaman pemotongan diatur sesuai dengan kedalaman pemotongan yang dikehendaki disebut penyesuaian gerakan.

Sebelum melakukan proses pembubutan, ada beberapa persiapan yang harus dilakukan diantaranya menyiapkan alat-alat bantu dan peralatan serta penggunaan peralatan keselamatan kerja. Sebelum melakukan proses pembubutan ada beberapa parameter pembubutan yang harus diperhatikan yaitu :

1) Kecepatan potong

Kecepatan potong adalah panjang tatal yang dihasilkan dalam penyayatan setiap menit. Besarnya kecepatan potong tergantung pada bahan pahat/alat potong, bahan benda kerja, dan jenis pemakanan. Satuan kecepatan potong adalah m/menit. Tabel kecepatan potong biasanya sudah tertera pada setiap mesin bubut agar mempermudah penggerjaan. Kecepatan potong apabila diterangkan pada rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

Dimana n = Putaran Spindel (Rpm)

 Cs = *Cutting Speed* (meter/menit)

 d = Diamater benda kerja (mm)

Beberapa kecepatan potong dari bahan besi/baja dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Kecepatan potong pahat HSS

KECEPATAN POTONG YANG DIANJURKAN UNTUK PAHAT HSS						
MATERIAL	Pembubutan dan Pengeboran				PENGULIRAN	
	Pekerjaan Kasar		Pekerjaan Penyelesaian			
	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

Sumber: Sumbodo, 2008:307

2) Kecepatan pemakanan (Vf)

Gerak pemakanan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali atau selama putaran *spindle* mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan jenis jenis pemakanan. Setelah pemakanan ditemukan hasilnya, selanjutnya dapat diperoleh harga kecepatan pemakanan.

Rumus menghitung kecepatan pemakanan adalah:

$$Vf = f \times n$$

Dimana : Vf = Kecepatan Pemakanan (mm/min)

 f = Gerakan pemakanan (mm/put)

 n = Putaran poros utama (rpm)

Tabel 4. Kecepatan Pemakanan Untuk Pahat HSS

Material	PEMAKANAN YANG DISARANKAN UNTUK PAHAT HSS			
	Pekerjaan Kasar		Pekerjaan Penyelesaian	
	mm/min	inch/min	mm/min	inch/min
Baja Mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003- 0,010
Baja Perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi Tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Almunium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

3) Waktu sayat/potong (tc)

Waktu yang digunakan untuk pembubutan benda kerja dipengaruhi oleh panjang benda kerja, kecepatan pemakanan dan dalamnya pemakanan. Waktu sayat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$tc = \frac{lt}{Vf}$$

Dimana : tc = Waktu kerja mesin (menit)

lt = Panjang langkah (mm)

Vf = Kecepatan pemakanan (mm/min)

4) Jumlah pembubutan

$$i = \frac{D1 - D2}{2 \times a}$$

Dimana : i = Jumlah pembubutan (kali)

D1 = Diameter awal (mm)

D2 = Diameter akhir (mm)

a = Kedalaman pemotongan (mm)

2. Mesin Gergaji (lihat Gambar 11)

Mesin gergaji digunakan untuk memotong benda kerja. Dengan mesin ini dapat memotong benda kerja dalam jumlah banyak, baik dipotong secara bertahap maupun dipotong dengan cara disatukan sehingga pekerjaan lebih cepat dan efisien dari pada menggunakan gergaji tangan. Saat proses pemotongan benda kerja menggunakan cairan pendingin agar mempermudah pemotongan dan untuk menjaga agar gergaji tidak cepat aus.



Gambar 11. Mesin Gergaji

3. Mesin Gerinda Duduk (lihat Gambar 12)

Mesin gerinda adalah suatu mesin yang digunakan untuk menghaluskan permukaan benda, membentuk benda menjadi bentuk yang dikehendaki. Mesin gerinda duduk digunakan untuk menajamkan kembali sisi potong yang telah tumpul akibat proses pengrajan logam,

seperti: *milling cutter*, pahat bubut, pahat sekrap, mata bor, *countersink*, *handtap* dan sebagainya.



4. Mesin Frais (lihat Gambar 13)

Mesin frais adalah mesin perkakas dengan gerak utama berputar (pisau berputar) pada sumbu yang tetap dan benda kerja melintasi cutter. Mesin frais mampu melakukan tugas seperti pemotongan sudut, celah, pembuatan roda gigi, pemotongan tepi, dan lain-lain.



Secara garis besar mesin frais terbagi menjadi tiga macam, yaitu mesin frais horisontal, mesin frais vertikal dan mesin frais universal.

a. Mesin frais horisontal

Mesin frais horisontal digunakan untuk pengefraisian benda-benda dengan arah memanjang. Ciri dari mesin frais horisontal adalah poros utama sejajar dengan meja mesin frais

b. Mesin frais vertikal

Mesin ini digunakan untuk pengrajan perkakas seperti pemotongan tepi, pengeboran, perluasan lubang dan pembuatan alur. Ciri dari mesin frais vertikal adalah poros utama tegak lurus dengan meja mesin frais.

c. Mesin frais universal

Mesin ini digunakan untuk mengefrais alur berbentuk sekerup. Bedanya mesin frais universal dengan mesin frais horizontal adalah meja mesin frais universal dengan hantaran memanjang dapat diserongkan terhadap poros utamanya.

Dalam pembuatan poros transmisi pada mesin modifikasi *camhaft* menggunakan mesin frais vertikal. Pada proses pengefraisian ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya:

1) Pencekaman benda kerja

Pencekaman benda kerja juga tidak kalah penting dengan yang lainnya. Benda kerja harus diklamp dengan tepat dan kuat karena jika sampai sewaktu benda kerja terlepas pada saat melakukan pengefraisian, maka akan dapat merusak pahat, benda kerja itu sendiri dan operator.

2) Pemilihan putaran (*revolution*)

Pada proses pengefraisian, pemilihan putaran juga harus diperhatikan. Jumlah putaran tergantung pada *cutting speed* yang telah diizinkan dan pada diameter pahat yang dipergunakan adalah:

$$n = \frac{(v) \cdot 1000}{(\pi)(d_{pht})}$$

(Harun, 1981: 83)

Keterangan: N = Putaran *spindel* (rpm)

v = *Cutting Speed* (meter/menit)

d_{pht} = Diamater benda kerja (mm)

3) Kecepatan pemakanan (*feeding*)

Kecepatan pemakanan pada mesin frais adalah gerakan pemakanan oleh pahat dengan menggeser meja kerja. Besarnya

kecepatan pemakanan tergantung pada kehalusan permukaan potong pada benda kerja yang dikehendaki.

$$V_f = F \cdot (n \cdot z)$$

(Harun, 1981: 21)

Keterangan: V_f = Kecepatan pemakanan (mm/min)

F = Gerakan pemakanan/feeding (mm/put)

N = Putaran spindel (rpm)

Z = Jumlah gigi mata potong

4) Perhitungan waktu mesin untuk mesin frais

$$th = \frac{L}{v}; v = a \cdot n \quad a = a_t \cdot z$$

(Harun, 1981: 84)

Keterangan: Th = Waktu mesin (menit)

L = Panjang total (mm)

V = Kecepatan ingsutan (mm/menit)

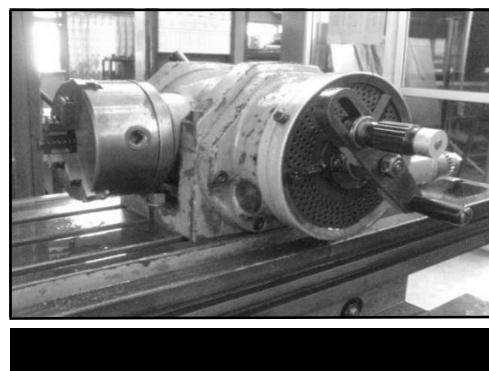
A = Ingsutan per putaran (mm/putaran)

a_t = Ingsutan per gigi (mm/menit)

Z = Jumlah gigi frais

5) Kepala Pembagi (lihat Gambar 14)

Apabila bentuk benda kerja silindris, maka untuk memegang benda kerja digunakan kepala pembagi (*deviding head*). Kepala pembagi ini biasanya digunakan untuk memegang benda kerja silindris, terutama untuk keperluan membuat segi banyak, membuat alur pasak, membuat roda gigi (lurus, helix, payung) dan membuat roda gigi cacing



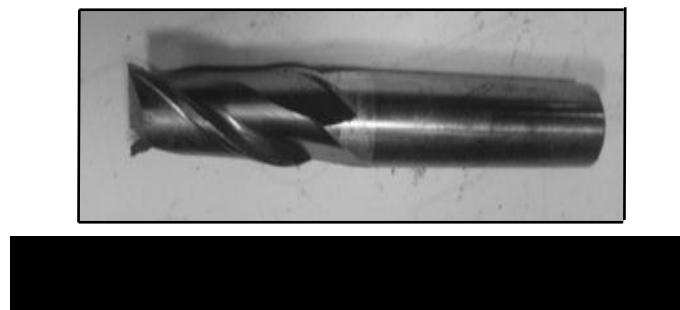
6) Pisau frais yang digunakan pada pembuatan alur pasak poros transmisi pada mesin modifikasi *camshaft* ini adalah jenis pisau frais *end mill cutter* dua mata (*two flute*) dengan diameter 6 mm (lihat Gambar 15). Berikut sedikit keterangan tentang jenis pisau jari *end mill*

a) Pisau Jari (*End mill cutter*)

End mill cutter merupakan pisau solid dengan sisi dan gagang yang menjadi satu. *End mill cutter* sebaiknya besar digunakan pada mesin frais vertikal meskipun tidak menutup kemungkinan dipakai pada mesin frais horizontal.

Jenis pisau *end mill cutter* yang digunakan pada pembuatan

ulur pasak pada poros transmisi mesin modifikasi *camshaft* adalah *end mill cutter* dua mata (*two flute*). Pisau ini hanya mumpuni dua mata potong pada selubungnya. Ujung sisi didesain untuk dapat memotong hingga ke center. Pisau ini dapat digunakan sebagaimana bor dan dapat pula digunakan untuk membuat alur.

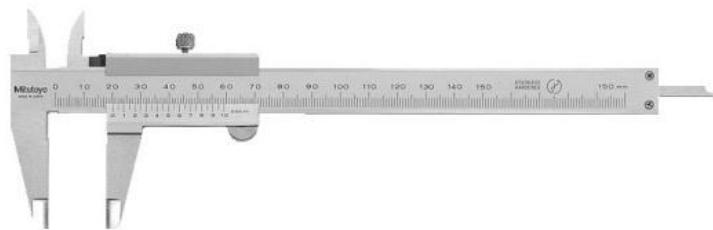


5. Alat perkakas tangan

Alat perkakas tangan merupakan alat-alat yang digunakan sebagai penunjang dalam proses pemesinan. Alat-alat ini tentunya sangat membantu kerja mesin untuk membuat poros transmisi. Peralatan perkakas penunjang tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. *Vernier Caliper* (lihat Gambar 16)

Vernier Caliper atau jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak. Pembacaan hasil pengukuran sangat bergantung pada keahlian dan ketelitian pengguna maupun alat. Pada umumnya tingkat ketelitian adalah 0.05 mm.



Gambar 16. *Vernier Caliper*

b. Kunci *Chuck* (lihat Gambar 17)

Chuck merupakan salah satu alat perkakas yang biasanya digunakan pada mesin bubut. Fungsi *chuck* sebagai alat pengunci pada benda kerja yang dicekam di rahang tetap. *Chuck* mengunci benda kerja yang akan dibuat poros tabung pemanas dengan kuat agar saat benda kerja berputar tetap *centre* dan simetris. Penguncian dilakukan pada ujung *chuck* yang dimasukkan pada lubang rahang tetap dan dikunci dengan kuat.



Gambar 17. Kunci *Chuck*

c. Bor Senter (lihat Gambar 18)

Bor senter digunakan untuk membuat lubang senter diujung benda kerja sebagai tempat kedudukan senter putar atau senter tetap yang kedalamannya disesuaikan dengan kebutuhan yaitu

sekitar $\frac{1}{3}$ sampai dengan $\frac{2}{3}$ dari panjang bagian yang tirus pada bor senter tersebut. Pembuatan lubang senter pada benda kerja diperlukan apabila memilki ukuran yang relatif panjang atau untuk mengawali pekerjaan pengeboran.



d. Ragum (lihat Gambar 19)

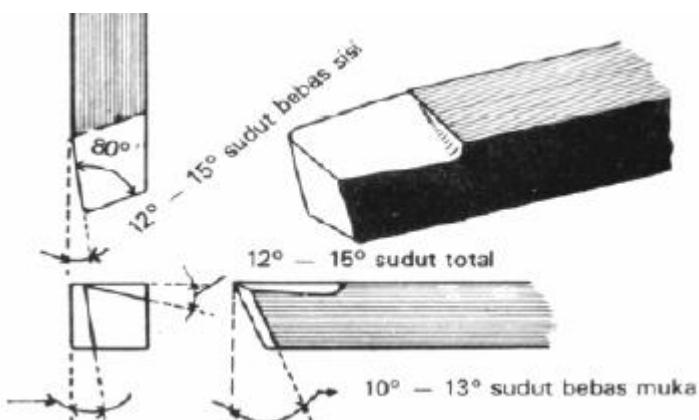
Ragum adalah alat untuk menjepit benda kerja, untuk membuka rahang ragum dilakukan dengan cara memutar tangkai/tuas pemutar ke arah kiri (berlawanan arah jarum jam) sehingga batang berulir akan menarik landasan tidak tetap pada rahang tersebut, demikian pula sebaliknya untuk pekerjaan pengikatan benda kerja tangkai pemutar diputar ke arah kanan (searah jarum jam).



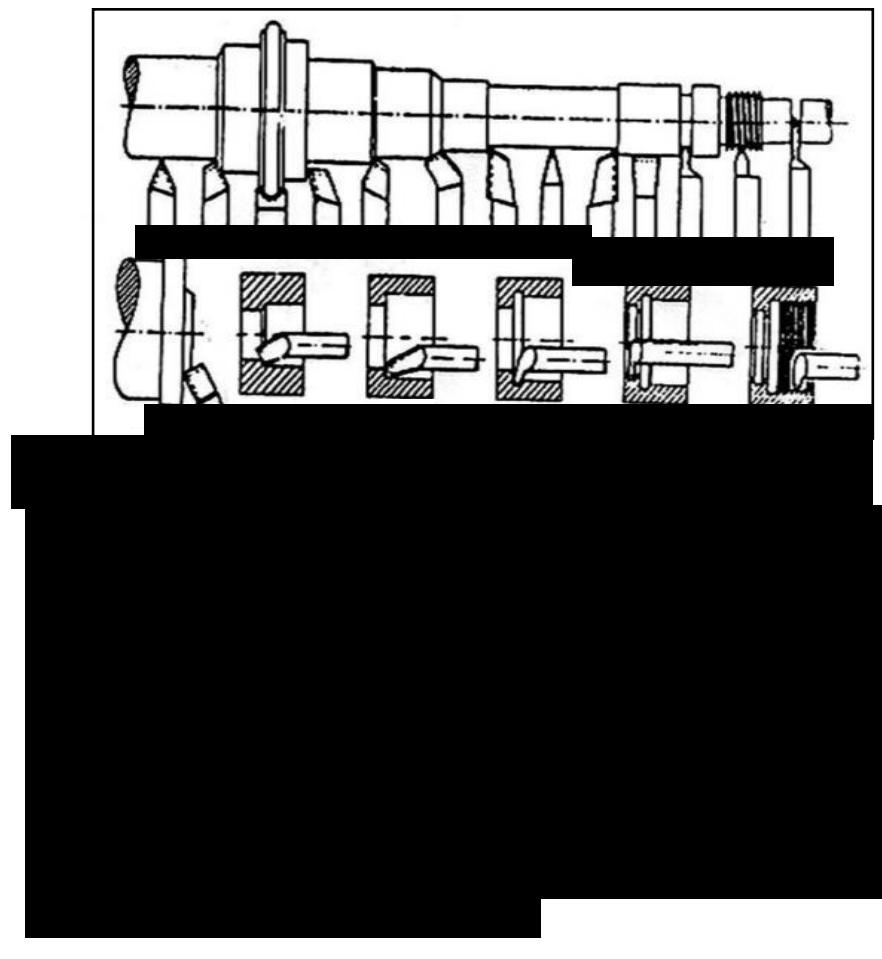
e. Pahat Bubut (lihat Gambar 20)

Pahat bubut digunakan untuk memotong/menyayat benda kerja, pahat dipasang/dijepit pada penjepit pahat (*tool post*). Bahan pahat yang digunakan saat menyayat harus memiliki kekerasan dan kekuatan yang tahan terhadap temperatur tinggi (*hot hardness*).

Ketangguhan (*toughness*) pahat juga diperlukan agar pahat tidak pecah atau retak pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut dan tidak mudah aus, sehingga membutuhkan jenis material pahat yang lebih keras dan kuat dari bahan benda kerja yaitu pahat jenis HSS (*High Speed Steel*). Jenis pahat ini memiliki sifat kuat, ulet, tahan korosi, tahan beban kejut, tahan aus, dan tidak getas.



Gambar 20. Pahat Bubut



Material benda kerja	Sudut bebas sisi	Sudut bebas muka	Sudut total	Sudut bebas belakang
Free-machining steel	10°	10°	10-22°	16°
Low carbon steel	10°	10°	10-14°	16°
Medium carbon steel	10°	10°	10-14°	12°
High-carbon steel	8°	8°	8-12°	8°
Tough alloy steel	8°	8°	8-12°	8°
Stainless steel (free machining)	10°	10°	5-10°	16°
Cast iron (soft)	8°	8°	10°	8°
Cast iron (hard)	8°	8°	8°	5°
Cast iron(malleable)	8°	8°	10°	8°
Aluminium	10°	10°	10-20°	35°

Menurut Krar (1985)

f. Kunci L (lihat Gambar 22)

Kunci L berfungsi sebagai pengunci pahat yang akan digunakan untuk menyayat benda kerja. Kunci L yang digunakan memiliki ukuran diameter 6 mm, 8 mm dan 12 mm. Ukuran kunci ini disesuaikan dengan besar diameter baut yang sebagai alat bantu untuk mengunci pahat. Penggunaan kunci L dengan memasukkan ujung depan atau ujung belakang ke dalam kepala baut.



Gambar 22. Kunci L

g. Kunci Pas (lihat Gambar 23)

Kunci pas adalah alat untuk mengendurkan dan mengencangkan mur dan baut dengan berbagai macam-macam ukuran. Bahan dari kunci pas terbuat dari baja vanadium khrom dan tahan terhadap kekuatan yang berubah-ubah, permukaannya dilapisi dengan vernikel atau dikhrom. Panjang lengan kunci dibuat sedemikian rupa sebanding dengan ukuran mur dan baut agar dapat dilakukan pemutaran mur dan baut yang cukup kuat.



Gambar 23. Kunci Pas

6. Alat Pelindung Diri

Dalam melakukan sebuah pekerjaan apapun dan dimanapun, faktor keselamatan merupakan hal yang paling utama. Untuk itu pada saat proses pembuatan poros transmisi pada mesin modifikasi *camshaft*, terdapat hal yang harus diperhatikan adalah:

- Berdoalah sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan.
- Pada waktu mesin di jalankan jangan sekali-kali menyentuh apapun yang berputar pada mesin.
- Pastikan selalu menggunakan alat pelindung diri (APD).

No.	Alat Safety	Gambar	Keterangan
1	Pakaian Kerja (<i>Wear Pack</i>)		Pakaian yang digunakan harus pas dan sesuai dengan ukuran badan.

2	Kaca Mata		Kaca mata yang digunakan berwarna putih bening.
3	Ear Plug		<i>Ear plug</i> terbuat dari karet untuk meredam kebisingan.
4	Sepatu Safety		Ujung sepatu terdapat besi sebagai pelindung apabila terdapat benda yang jatuh.
5	Sarung Tangan		Sarung tangan yang digunakan harus pas sesuai ukuran tangan.
7	Helm		Tidak harus helm, topi juga bisa digunakan.